



Universidad de Oviedo

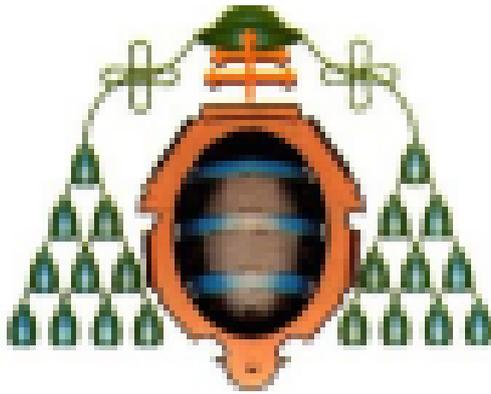
Trabajo Fin de Grado de Fisioterapia

“Eficacia de la punción seca más el tratamiento convencional en tratamiento postquirúrgico de reconstrucción del ligamento cruzado anterior frente a tratamiento convencional en jugadores de fútbol: proyecto de investigación”

Juan Martínez Solís

Trabajo Fin de Grado

Junio de 2022



Universidad de Oviedo

Trabajo Fin de Grado de Fisioterapia

“Eficacia de la punción seca más el tratamiento convencional en tratamiento postquirúrgico de reconstrucción del ligamento cruzado anterior frente a tratamiento convencional en jugadores de fútbol: proyecto de investigación”

Trabajo Fin de Grado

Nombre del Autor

Juan Martínez Solís

Nombre del Tutor

Iván Díaz Pallarés



Iván Díaz Pallarés, tutor, Grado en fisioterapia por la Universidad de Oviedo y Licenciado en antropología por la UNED, profesor asociado del departamento de especialidades médico-quirúrgicas, área de fisioterapia de la Universidad de Oviedo, prestando servicios en el HUCA (Área IV-SESPA).

CERTIFICA:

Que el Trabajo Fin de Grado presentado por D. Juan Martínez Solís, titulado “Eficacia de la punción seca más el tratamiento convencional en tratamiento postquirúrgico de reconstrucción del ligamento cruzado anterior frente a tratamiento convencional en jugadores de fútbol: proyecto de investigación”, realizado bajo la dirección de D. Iván Díaz Pallarés, reúne a mi juicio las condiciones necesarias para ser admitido como Trabajo Fin de Grado de Fisioterapia.

Y para que así conste donde convenga, firma la presente certificación en Oviedo a 19 de junio de 2022.

Vº Bº

Fdo. Iván Díaz Pallarés

Tutor del Proyecto

*“La vida es una sucesión de lecciones
que uno debe vivir para entender.”*

-Ralph Waldo Emerson-

AGRADECIMIENTOS

El tiempo pasa para todos, es un tópico del que no se es consciente hasta que te encuentras en un momento como este. Cuatro años que pasaron en un abrir y cerrar de ojos. Cientos de días, horas de autobús, de estudio, de nervios, de emociones para llegar aquí. Sin duda lo repetiría mil veces y por supuesto que todo ha merecido la pena.

Era un niño de 15 años cuando entré por primera vez a un gimnasio de rehabilitación, y algo me llamó la atención. A partir de ahí, y sin dudarlo, supe lo que quería ser “de mayor”. Ahora, lleno de orgullo, puedo decir que lo he conseguido, aunque este sólo es el comienzo de un camino nuevo.

Me gustaría agradecer en primer lugar a mi tutor Iván. Estoy ciertamente seguro de que sin ti no hubiera sido posible acabar este trabajo. Gracias por tu incansable atención durante estos meses, tu cercanía y ánimo constante. Aunque sólo tuve el placer de disfrutar un par de horas de tu enseñanza, eres el profesor que más me ha gustado y por eso te he elegido como tutor. Me gustaría que los alumnos que siguen y seguirán pasando por la facultad puedan seguir disfrutando de tu amabilidad, buen carácter y tu vitalidad durante muchos más años.

Gracias a mi familia, por estar a mi lado siempre en los buenos y sobre todo malos momentos que he tenido a lo largo de mi vida, especialmente en estos últimos cuatro años. Habéis sido el ejemplo a seguir, tanto mío como de mi hermano, durante toda nuestra vida. Mi padre me dijo una frase de pequeño, que cada día que pasa cobra más sentido. “No hay mejor herencia para unos hijos que una buena educación y unos buenos valores”. ¡Qué razón tenías! Gracias a mi madre por haber sido mi cuerpo de prácticas y mi gran oyente de todas las cosas que iba estudiando y me hacía ilusión contar.

Y por último, y no menos importante, gracias a mis amigos y a mi pareja. Sin vosotros y vosotras no podría tener el equilibrio que considero necesario para poder tener una vida feliz y plena. Sois parte de mi familia de sangre, y de la misma manera que ellos, formáis el pilar de mi vida.

Pongo final a una etapa bonita que disfruté al máximo en todos los aspectos, seguro que el futuro traerá aventuras y experiencias apasionantes.

ÍNDICE

1. Resumen.....	Pág.15.
2. Introducción.....	Pág.17
2.1 Anatomía de la articulación de la rodilla.....	Pág.17
2.2 Biomecánica.....	Pág.21.
2.2.1 Función mecánica de los ligamentos cruzados.	
2.3 Fútbol.....	Pág.25
2.3.1 Historia del fútbol.	
2.4 Incidencia y prevalencia.....	Pág.27
2.4.1 Incidencia y prevalencia de rotura del ligamento cruzado anterior en el fútbol profesional.	
2.5 Etiología y mecanismo lesional.....	Pág.32
2.6 Factores de riesgo.....	Pág.36.
2.6.1 Factores de riesgo no modificables.	
2.6.2 Factores de riesgo modificables.	
2.7 Métodos diagnósticos de rotura de ligamento cruzado anterior.....	Pág.43.
2.8 Fisioterapia basada en la evidencia científica.....	Pág.45
2.9 Abordaje terapéutico de la lesión.....	Pág.49.
3. Justificación.....	Pág.50.
4. Hipótesis y Objetivos.....	Pág.53.
4.1 Hipótesis.....	Pág.53.
4.2 Objetivos.....	Pág.54.
4.2.1 Objetivos principales.	
4.2.2 Objetivos específicos.	
5. Metodología.....	Pág.55.
5.1 Búsqueda Bibliográfica.....	Pág.55.
5.2 Tipo de estudio.....	Pág.57.

5.3 Población a estudio.....	Pág.59.
5.3.1 Análisis estadístico del tamaño muestral.	
5.4 Desarrollo de la intervención.....	Pág.63.
5.5 Criterios de selección.....	Pág.66.
5.5.1 Criterios de inclusión.	
5.5.2 Criterios de exclusión.	
5.5.3 Criterios de retirada.	
5.6 Variables del estudio.....	Pág.68.
5.6.1 Variables independientes.	
5.6.2 Variables dependientes.	
5.7 Técnicas a emplear en el tratamiento fisioterápico.....	Pág.75.
5.7.1 Cinesiterapia.	
5.7.2 Electroterapia.	
5.7.3 Crioterapia.	
5.7.4 Tratamiento de la cicatriz.	
5.8 Punción seca.....	Pág.92.
5.9 Desarrollo de la punción seca en el grupo intervención.....	Pág.98.
5.10 Análisis estadístico.....	Pág.102.
5.11 Análisis de los resultados.....	Pág.105.
5.12 Sesgos y limitaciones.....	Pág.109.
6 Aspectos éticos y legales.....	Pág.110.
7 Cronograma.....	Pág.111.
8 Recursos y presupuesto.....	Pág.113.
8.1 Recursos humanos.....	Pág.113.
8.2 Recursos materiales.....	Pag.115.
8.3 Presupuesto.....	Pág.117.
9 Bibliografía.....	Pág.119.
10 Anexos.....	Pág.135.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Comparación de la incidencia lesional en partidos de fútbol profesional entre partidos según tiempo de recuperación previo.....	Pág.28.
Tabla II. Incidencia lesional en fútbol profesional según regiones anatómicas.....	Pág.29.
Tabla III. Incidencia lesional en fútbol profesional según tipo de lesión.....	Pág.29.
Tabla IV. Evolución tasa lesional ligamento cruzado anterior en las 7 últimas temporadas de la Calcio A.....	Pág.30.
Tabla V. Incidencia de lesión de ligamento cruzado anterior en función de la posición clasificatoria en la Calcio A.....	Pág.31.
Tabla VI. Tabla de preguntas de “Ottawa Knee Rule”.....	Pág.44.
Tabla VII. Búsqueda bibliográfica para el estudio de la incidencia de la rotura del LCA.	Pág.60.
Tabla VIII. Variables de estudio.....	Pág.70.
Tabla IX. Escala de clasificación del dolor según valor numérico.....	Pág.72.
Tabla X. Medición rango articular.....	Pág.73.
Tabla XI. Escala Modificada MRC.....	Pág.74.
Tabla XII. Registro de fuerza marcada por dinamómetro.....	Pág.74.
Tabla XIII. Indicaciones y contraindicaciones de la cinesiterapia activa.....	Pág.78.
Tabla XIV. Indicaciones y contraindicaciones de la cinesiterapia pasiva.....	Pág.79.
Tabla XV. Organización de la cinesiterapia temprana durante en las sesiones.....	Pág.80.
Tabla XVI. Organización de la cinesiterapia en fases más avanzadas durante las sesiones.....	Pág.81.
Tabla XVII. Parámetros de la electroestimulación.....	Pág.85.
Tabla XVIII. Contraindicaciones de la electroterapia.....	Pág.86.
Tabla XIX. Contraindicaciones de la crioterapia.....	Pág.88.
Tabla XX. Distribución del tratamiento de la cicatriz.....	Pág.91.

Tabla XXI. Hipótesis nula $[H_0]$ e Hipótesis de investigación $[H_1]$ para la variable dependiente dolor.....	Pág.102.
Tabla XXII. Hipótesis nula $[H_0]$ e Hipótesis de investigación $[H_1]$ para la variable dependiente articular.....	Pág.103.
Tabla XXIII. Hipótesis nula $[H_0]$ e Hipótesis de investigación $[H_1]$ para la variable dependiente fuerza muscular.....	Pág.103.
Tabla XXIV. Cronograma del estudio.....	Pág.112.
Tabla XXV. Presupuestos y gastos del estudio.....	Pág.118.

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Vista de los meniscos desde craneal.....	Pág.18.
Fig 2. Vista anterior de la rodilla.....	Pág.19.
Fig 3. Movimientos de flexo-extensión sobre ligamentos cruzados.....	Pág.23.
Fig 4. Movimientos de rotación interna sobre ligamentos cruzados.....	Pág.24.
Fig 5. Movimientos de rotación externa sobre ligamentos cruzados.....	Pág.24.
Fig 6. Terreno de juego de fútbol campo.....	Pág.25.
Fig 7. Mecanismo lesional sin contacto durante la presión.....	Pág.33.
Fig 8. Mecanismo lesional sin contacto durante despeje de balón.....	Pág.34.
Fig 9. Mecanismo lesional tras aterrizaje.....	Pág.35.
Fig 10. Búsqueda bibliográfica.....	Pág.56.
Fig 11. Escala Visual Analógica.....	Pág.72.
Fig 12. Dinamómetro portátil.....	Pág.74.
Fig 13. Colocación de los electrodos para la musculatura extensora.....	Pág.84.
Fig 14. Colocación de los electrodos para la musculatura flexora.....	Pág.85.
Fig 15. Movilizaciones longitudinales de la cicatriz.....	Pág.90.
Fig 16. Movilizaciones trasversales de la cicatriz.....	Pág.90.
Fig 17. Etiología de los puntos gatillo miofasciales.....	Pág.92.
Fig 18. Punción seca sobre músculo trapecio.....	Pág.96.
Fig 19. Agujas de punción de diferentes medidas.....	Pág.97.
Fig 20. PGM de la musculatura flexora de rodilla.....	Pág.99.
Fig 21. PGM de la musculatura extensora de la rodilla, vasto lateral.....	Pág.100.
Fig 22. PGM de la musculatura extensora de la rodilla, vasto medial.....	Pág.100.
Fig 23. PGM de la musculatura extensora de la rodilla, vasto intermedio.....	Pág.100.
Fig 24. PGM de la musculatura extensora de la rodilla, recto anterior.....	Pág.101.
Fig 25. Fórmula de la media aritmética.....	Pág.105.

Fig 26. Fórmula de la mediana.....Pág.106.

Fig 27. Fórmula de la desviación típica.....Pág.106.

GLOSARIO DE TERMINOS

LCA: Ligamento Cruzado Anterior.

PGM: Punto gatillo miofascial.

NCAA: National Collegiate Athletic Association.

SMS: Short message Service.

EVA: Escala Visual Analógica.

RFFPA: Real Federación de fútbol del Principado de Asturias.

AINES: Anti Inflamatorios No Esteroideos.

MRC: Medial Research Council.

µs: Microsegundos.

Hz: Hercios.

Tº: Temperatura.

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences.

ROM: Rank of movement.

LBA: Ley Básica de autonomía.

LGS: Ley General de Sanidad.

1. RESUMEN

La evolución del fútbol moderno hace que sus exigencias físicas sean cada vez mayores y los deportistas que lo practiquen sean además atletas, suponiendo un aumento del riesgo lesional. Pese a que la mayoría de lesiones se corresponden con etiología musculotendinosa, en el mundo del fútbol preocupa la incidencia de rotura de LCA vista desde edades muy tempranas y a todos los niveles. Esta lesión puede ir asociada a lesiones de las estructuras periarticulares. El 65% de las roturas de LCA se producen sin contacto, que son las más frecuentes. Se diferencian 3 mecanismos, el más común, cuando el defensor adelanta su pierna con intención de robar el balón en fase defensiva.

El uso de programas de rehabilitación y recuperación tanto antes como después de la reconstrucción del LCA ha mostrado ser de vital importancia para la obtención de resultados óptimos en el proceso de recuperación. La punción seca podría aportar cambios en los procesos convencionales de recuperación. En el presente estudio, se estudiará cómo la punción seca y su implementación en el proceso fisioterápico habitual de recuperación tras la reconstrucción del LCA influye en el proceso.

El estudio, se realizará sobre una población de 56 pacientes diagnosticados de rotura completa y exclusiva de ligamento cruzado anterior con licencia de jugador en la Real Federación de Fútbol del Principado de Asturias. Esta muestra será repartida de forma aleatoria simple a partes iguales entre un grupo control y un grupo intervención. Los efectos de la punción seca serán cuantificados sobre las variables dependientes de dolor, rango articular y fuerza muscular, realizando mediciones antes, durante y después de la intervención. Se analizarán los cambios y patrones de evolución que sufren las variables durante el tratamiento y se compararán entre sí.

Palabras Clave: "ligamento cruzado anterior", "fútbol", "rehabilitación", "rodilla", "fisioterapia", "punción seca".

ABSTRACT

The evolution of modern football makes that its physical demands are increasing and therefore footballers who practice it are also athletes implying an increased risk of injury. Despite most of injuries have a muscular-tendinous ethology, the world of football is concern about the incidence of ACL rupture seen from very early ages and at all levels. This injury may be associated with injuries of the periarticular structures. 65% of ACL tears occur without contact. About them, which are the most frequent, there are 3 clearly differentiated mechanisms. The most common, is when the defender advances his leg with intention of stealing the ball in the defensive phase.

The use of rehabilitation and recovery programs both before and after ACL reconstruction has been shown to be of vital importance for obtaining optimal results in the recovery process. Dry needling could bring changes in conventional recovery processes. In the present study, dry needling and its implementation in the usual physiotherapy process of recovery ACL reconstruction will be studied and how it influences in the process.

The study will be carried out on a population of 56 patients diagnosed with complete and exclusive rupture of the ACL ligament in players with license in the RFFPA. This sample will be distributed in a simple random way in equal parts between a control group and a intervention group.

The effects of dry needling will be quantified of the dependent variables of pain, joint range and muscle strength, taking measurements before, during and after the intervention. The changes and patterns of evolution suffered by the variables during treatment will be analysed and compared with each other.

Key Words: "anterior cruciate ligament", "soccer", "rehabilitation", "knee", "physiotherapy", "dry needling".

2. INTRODUCCIÓN.

2.1 ANATOMÍA DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA.

La rodilla es una de las articulaciones más grandes y más complejas del cuerpo humano. Esta complejidad se debe a su doble función, que debe combinar una amplia movilidad con una importante función de estabilidad, imprescindible para soportar el peso corporal. Se trata de una articulación triple, troclear y bicondílea, formada por el fémur, la tibia y la rótula, donde se pueden diferenciar dos articulaciones principales: La articulación femorotibial, y la articulación femoropatelar.

Entre las superficies articulares de la tibia y el fémur, se alojan los meniscos, uno lateral y otro medial. Los meniscos son estructuras fibrocartilaginosas que aumentan la congruencia entre superficies articulares, absorben las cargas, y movilizan el líquido sinovial facilitando su función nutritiva, lubricante y termorreguladora en la articulación.¹

Los meniscos presentan una forma esférica, y están situados sobre una superficie plana, para aumentar la superficie de contacto existe un anillo. Este anillo presenta la misma forma que los meniscos, con forma triangular cuando se secciona.²

Estos anillos están interrumpidos a la altura de las espinas tibiales, y su forma se asemeja a la de una media luna, con un cuerno anterior y otro posterior. Los cuernos del menisco externo están más próximos que los del menisco interno. Además, el menisco externo forma un anillo casi completo y el interno se asemeja más a una "C".

Los meniscos no están libres entre las dos superficies articulares, sino que mantienen conexiones muy importantes desde el punto de vista funcional con las estructuras adyacentes.³

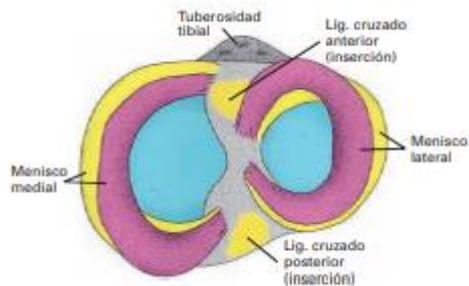


Fig 1. Vista de los meniscos desde craneal.¹

La articulación presenta una cápsula articular, que es una vaina fibrosa que se extiende desde el extremo inferior del fémur hasta el extremo superior de la tibia. A los lados, la cápsula articular está unida a la cara externa o periférica de los meniscos articulares. Frente al tendón del músculo poplíteo, la cápsula se halla ausente.²

Tiene una membrana sinovial que tapiza toda la cara interna de la cápsula fibrosa, y se encarga de la producción de líquido sinovial. A consecuencia de que los meniscos no se encuentran recubiertos por membrana sinovial, esta queda dividida en dos sectores, el suprameniscal y el inframeniscal.¹

En condiciones normales, la cantidad de líquido sinovial es escasa, sin embargo, los movimientos de flexo-extensión aseguran el barrido permanente de líquido por las superficies articulares, lo que contribuye a una adecuada nutrición del cartílago y a que estas zonas de contacto se mantengan lubricadas.³

Los refuerzos ligamentosos de la articulación de la rodilla resultan fundamentales para el desempeño de la función estabilizadora, limitando los movimientos articulares. Dentro de estos refuerzos, también se incluyen tendones y expansiones de los músculos vecinos, refuerzos intrínsecos de la cápsula fibrosa, refuerzos extracapsulares e Intracapsulares. Para su estudio, se agrupan por regiones topográficas según su disposición.¹

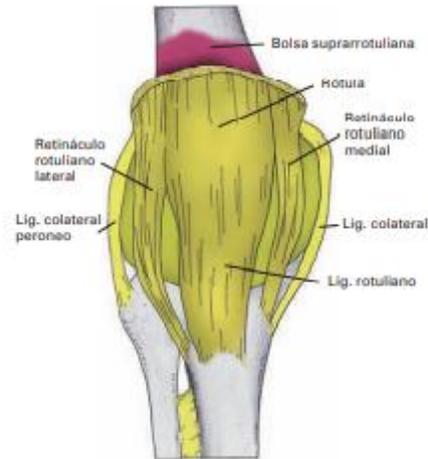


Fig 2. Vista anterior de la rodilla.¹

En la región anterior, los refuerzos incluyen engrosamientos de la propia cápsula fibrosa, refuerzos muy superficiales de la fascia femoral, y refuerzos ligamentosos dependientes del tendón del músculo cuádriceps.¹

En la región lateral de la rodilla, se disponen los ligamentos colaterales que limitan los movimientos de rotación en la extensión de rodilla. Estos ligamentos son el ligamento colateral peroneo (lateral), y el ligamento colateral tibial (medial).¹

En la región posterior, se disponen los ligamentos poplíteos oblicuo y arqueado y los ligamentos cruzados.¹

Los ligamentos cruzados son dos potentes refuerzos situados a nivel profundo, asociados al pliegue que forma la cápsula fibrosa a nivel de la escotadura intercondílea del fémur. Se extienden desde la escotadura intercondílea del fémur hasta el espacio intercondíleo de la tibia, y reciben el nombre de anterior y posterior en función de su inserción en la tibia.¹

Cuando se abre la articulación de la rodilla por delante, se observa que los ligamentos cruzados están alojados en pleno centro de la articulación.³

Son estructuras intrarticulares que se disponen inmediatamente por detrás de la sinovial del plano posterior de la articulación, asociados a la cápsula fibrosa que se une a ellos.¹

- El ligamento cruzado anterior se inserta en la parte posterior de la cara medial del cóndilo externo del fémur. Discurre oblicuo hacia caudal, anterior y ligeramente medial para insertarse en la zona anterior del espacio intercondíleo de la tibia, por delante de la eminencia intercondílea. Esta inserción queda alineada con la inserción del cuerno anterior del menisco lateral y es posterior a la inserción del cuerno anterior del menisco medial.¹
- El ligamento cruzado posterior es más potente que el anterior, y se inserta en la parte anterior de la cara lateral del cóndilo interno del fémur. Discurre oblicuo hacia caudal y posterior y ligeramente hacia externo para terminar en el zona posterior del espacio intercondíleo de la tibia, por detrás de la eminencia intercondílea y de las inserciones de los cuernos posteriores de los meniscos. Asociado a este ligamento cruzado posterior se dispone el ligamento meniscofemoral, que se origina en el cuerno posterior del menisco externo y se inserta junto al ligamento cruzado posterior en el cóndilo interno femoral.¹

2.2 BIOMECÁNICA.

La rodilla posee dos grados de libertad de movimientos activos, la flexo-extensión y las rotaciones.¹

En el movimiento de flexo-extensión, se efectúan alrededor de un eje transversal que pasa por los cóndilos femorales.⁴

Debido a la forma espiroidea de los cóndilos, el eje sobre el que se produce dicho movimiento no es fijo como sucede en los movimientos de bisagra, sino que se desplaza hacia abajo y hacia atrás en la flexión y en sentido opuesto en la extensión. Por este motivo, durante la flexión y extensión, además del giro de los cóndilos se produce un desplazamiento de las superficies óseas, que se producen en sentido opuesto.^{1,4}

La superficie ósea que se desliza depende de que la extremidad esté apoyada o se mantenga oscilante. En el caso de estar apoyada, la tibia permanece inmóvil y se deslizan los cóndilos femorales. Y en el caso de estar oscilante, la tibia es la que se desliza.^{1,4}

Debido al diferente tamaño de los cóndilos femorales, los últimos grados de extensión (30°) y los primeros de flexión se acompañan de una rotación de las superficies femorales sobre las tibiales.¹

Durante la extensión, con la pierna en apoyo, el fémur efectúa una rotación interna. En la extremidad sin apoyo, la tibia hace una rotación externa. Durante el inicio de flexión ocurre justo lo contrario.¹

El deslizamiento de las superficies articulares se acompaña en ambos casos de un desplazamiento de los meniscos.¹

Durante la flexión los meniscos se desplazan hacia atrás, al contrario que durante la extensión. Este desplazamiento es mayoritariamente activo. Durante la flexión el menisco

externo es desplazado posteriormente por acción del músculo poplíteo, y el menisco interno por la expansión que confiere el músculo semimembranoso a la cápsula fibrosa.¹

En la extensión, el desplazamiento se debe a los ligamentos menisco-rotulianos.¹

Los movimientos de rotación, solamente son posibles con la rodilla flexionada y se realizan según un eje vertical que pasa por la eminencia intercondílea. Esto produce que en rotación se acompañen de un pequeño desplazamiento hacia delante o hacia atrás de las superficies articulares y de los meniscos.^{1,4}

El desplazamiento de los meniscos en las rotaciones tiene lugar de forma pasiva arrastrada por los cóndilos femorales.¹

En la rotación interna del fémur, el menisco lateral es desplazado hacia delante y el medial hacia atrás, al contrario que sucede en la rotación externa.¹

En la rotación externa, la pierna acompañada por el pie gira en sentido lateral y lo contrario ocurre en la rotación medial. El margen de rotación es dependiente del grado de flexión de la rodilla. En una posición de flexión de 90°, la rotación externa alcanza los 40° y la interna 10°.¹

2.2.1 Función mecánica de los ligamentos cruzados.

El grosor y volumen del ligamento son directamente proporcionales a su resistencia e inversamente proporcionales a su capacidad de alargamiento.³

Globalmente, los ligamentos cruzados aseguran la estabilidad anteroposterior de la rodilla a la par que permiten los movimientos de charnela manteniendo las superficies articulares en contacto.³

En una posición de alineación normal, o de una mínima flexión de 30°, en la cual los ligamentos cruzados están igualmente tensos, la flexión hace bascular la base femoral, mientras que el ligamento cruzado posterior se endereza y el anterior se horizontaliza.³

Con flexión a 60°, la tensión de las fibras elementales de cada ligamento cruzado varía poco.³

A partir del momento en que la flexión alcanza y sobrepasa los 90°, y posteriormente los 120°, el ligamento cruzado posterior se endereza verticalmente y se tensa proporcionalmente más que el anterior.³

En las posiciones de extensión e hiperextensión, todas las fibras del ligamento cruzado anterior están tensas, mientras que sólo las fibras posterosuperiores del ligamento cruzado posterior están en tensión.³

Sin embargo, en hiperextensión, el fondo de la escotadura intercondílea se apoya sobre el ligamento cruzado anterior, siendo este uno de los frenos de la hiperextensión.³

Por tanto, el ligamento cruzado anterior se tensa en extensión, y el ligamento cruzado posterior en la flexión, pero, independientemente del movimiento, los cruzados siempre permanecen tensos en algunas de sus fibras, debido a su desigual longitud.³

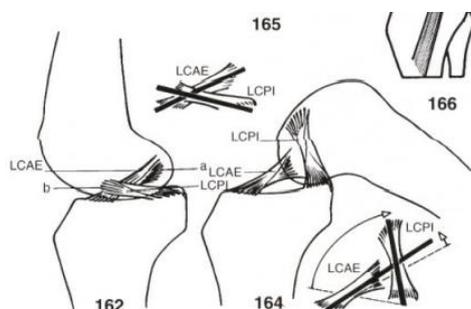


Fig 3. Movimientos de flexo-extensión sobre ligamentos cruzados.³

En cuanto a los movimientos de rotación, los ligamentos cruzados, junto con los ligamentos laterales, impiden este movimiento con la rodilla en extensión completa.³

La rotación interna tensa el ligamento cruzado anterior y distiende el ligamento cruzado posterior.³



Fig 4. Movimientos de rotación interna sobre ligamentos cruzados.³

La rotación externa tensa el ligamento cruzado posterior y distiende el ligamento cruzado anterior.³



Fig 5. Movimientos de rotación externa sobre ligamentos cruzados.³

resistencia, con un perímetro de entre 68 y 70cm. Debe tener un peso entre 410 y 450 gramos antes del inicio del partido, y una presión entre 0,6 y 1,1 atmósferas.⁵

El fin de este deporte, es introducir el balón en la portería rival, denominado anotar o marcar un gol. Se considera que un equipo ha anotado un gol, cuando la pelota rebasa por completo la línea de meta que pasa por la portería rival, siempre y cuando no se haya cometido ninguna infracción en la jugada previa al gol.

Un partido consta de dos partes de 45 minutos separadas por un descanso de 15.

Los equipos distribuyen sus 11 jugadores en diferentes posiciones tácticas dentro del campo.

En un juego típico, los jugadores de un equipo deben intentar llevar la pelota a la portería rival, a través de pases entre compañeros, tiros a portería rival y/o regates.

2.3.1 Historia del fútbol.

No hay una explicación objetiva acerca del origen del fútbol mundial, hay quien piensa que fue fundado por los romanos, otros piensan en los griegos, otros en los franceses, italianos...La variante primitiva más popular conocida del actual fútbol se denominaba "hurling over country", consistía en hacer pasar una vejiga de cuero hinchada a campo rival siendo válido cualquier tipo de medio.⁷

Las investigaciones arqueológicas junto con el trabajo de múltiples historiadores, permitieron descubrir que los juegos de pelota, antecesores del fútbol como se entiende a día de hoy, han existido a lo largo de la historia en muchos lugares. Por lo tanto, el juego del balón es tan antiguo como el hombre.⁷

2.4 INCIDENCIA Y PREVALENCIA.

La disponibilidad de los jugadores tiene una gran correlación con el éxito deportivo del equipo. Las lesiones, además, supondrán un gran problema a nivel económico para los clubes.⁸

Ekstrand J et al, indica que un equipo de fútbol profesional de 25 jugadores sufrirá un promedio de 50 lesiones a lo largo de la temporada. Lo que equivale a dos lesiones por cada jugador. ⁸

La prevalencia de lesión de LCA en el fútbol es de 0,063 lesiones por cada 1000 horas de tiempo de exposición a la lesión, incluyendo entrenamientos y partidos. ⁹

La incidencia lesional es notablemente mayor durante los partidos que durante los entrenamientos. Esto se debe a que durante la competición las demandas físicas son mayores, las colisiones y los contactos también aumentan, aumenta la fatiga, y la incertidumbre y variabilidad que se genera en los jugadores al competir contra rivales potencian estas diferencias. ^{8,10}

Dentro del partido, la incidencia lesional tiende a aumentar durante los primeros y últimos 15 minutos de cada parte, lo cual enfatiza la importancia de un adecuado calentamiento y el papel que desempeña la fatiga en las lesiones deportivas. ¹¹

	≤4 days' recovery	≥6 days' recovery	RR	95% CI	p Value
All injuries					
League	29.0	26.6	1.09	1.00 to 1.18	0.045
UCL	33.0	27.1	1.22	0.85 to 1.75	0.290
EL	24.7	37.9	0.65	0.41 to 1.03	0.064
Other cup	27.8	23.6	1.18	0.94 to 1.47	0.153
Muscle injuries					
League	11.9	9.0	1.32	1.15 to 1.51	<0.001
UCL	13.1	7.9	1.66	0.85 to 3.24	0.135
EL	8.2	16.5	0.50	0.25 to 1.01	0.055
Other cup	10.5	8.3	1.26	0.87 to 1.83	0.218
Ligament injuries					
League	5.0	5.6	0.90	0.75 to 1.09	0.292
UCL	5.7	7.0	0.81	0.39 to 1.67	0.567
EL	3.7	8.2	0.45	0.17 to 1.25	0.126
Other cup	5.6	3.1	1.84	1.03 to 3.30	0.041

EL, Europa League; RR, rate ratio; UCL, UEFA Champions League.
Injury rate is expressed as the number of injuries per 1000 h of match exposure.

Tabla I. Comparación de la incidencia lesional en partidos de fútbol profesional entre partidos según tiempo de recuperación previo.¹⁰

Los estudios epidemiológicos categorizan la gravedad de las lesiones en función del periodo de tiempo de inactividad deportiva que suponga para el jugador. Se clasifican entre: Mínimas (1-3 días de inactividad), medias (4-7 días de inactividad), moderadas (8-28 días de inactividad) y severas (por encima de 28 días).¹¹

Sin embargo, aunque las lesiones aparecen de forma muy común en el fútbol profesional, la gran mayoría son de gravedad mínima.⁸

La región anatómica que más frecuentemente se lesiona durante la práctica del fútbol, corresponde con la extremidad inferior (6,8 por cada 1000 horas de exposición), seguida del tronco y las extremidades superiores. La zona con menos incidencia es la cabeza y el cuello (0,2 por 1000 horas de exposición).⁸

Dentro de las extremidades inferiores, se hallaron más lesiones en la musculatura isquiotibial, seguido de la rodilla.⁸

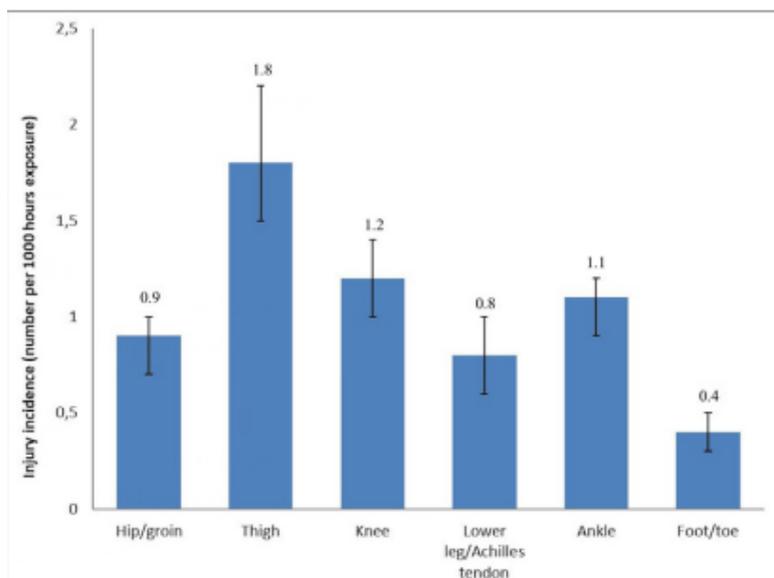


Tabla II. Incidencia lesional en fútbol profesional según regiones anatómicas.⁸

El tipo de lesión más común, resultó ser el daño muscular y tendinoso, seguido de las contusiones. La mayoría de las lesiones que se producen durante la práctica deportiva se deben a mecanismos traumáticos, con una incidencia doblemente mayor que las lesiones por sobreuso.⁸

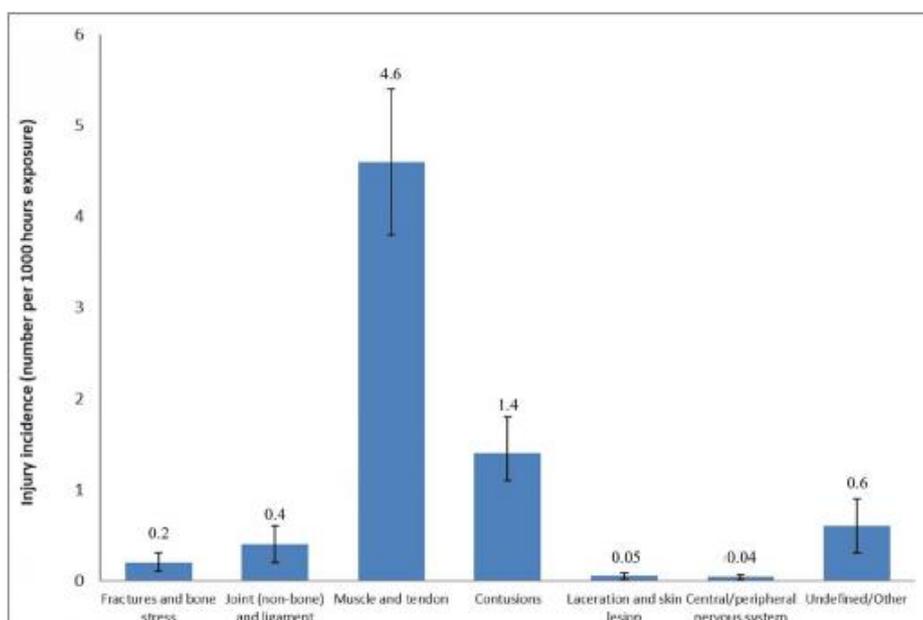


Tabla III. Incidencia lesional en fútbol profesional según tipo de lesión.⁸

Además, las lesiones recurrentes tienen un índice menor que las lesiones nuevas. Los estudios muestran que las lesiones recurrentes se vuelven a producir en los dos primeros meses tras la vuelta a la práctica deportiva.⁸

2.4.1 Incidencia y prevalencia de rotura del ligamento cruzado anterior en el fútbol profesional.

Alberto Grassi, MD et al ¹², en su estudio epidemiológico acerca de la rotura del ligamento cruzado anterior en la primera división del fútbol profesional italiano, situó una incidencia de 0,062 por cada 1000 horas de exposición en las 7 últimas temporadas de la Serie A.¹²



Tabla IV. Evolución tasa lesional ligamento cruzado anterior en las 7 últimas temporadas de la Calcio A. ¹²

El 25% de las roturas de LCA que se produjeron fueron lesiones repetidas, bien recidivas en la misma rodilla (15%) o en la rodilla contralateral (10%).¹²

La mayoría de estas lesiones se produjeron en otoño (31%), la tasa era más baja en verano (20%), donde a diferencia del resto de la temporada, la mayoría de las lesiones ocurrían durante los entrenamientos.¹²

Además, se observó una mayor incidencia lesional en los 4 primeros equipos que lideraban la clasificación, en comparación con los restantes. Esto se debe a que las horas de exposición se ven aumentadas debido al mayor número de partidos a jugar contando con las competiciones europeas e internacionales.¹²

La incidencia es casi el doble en los cuatro primeros equipos, como se muestra en la tabla.

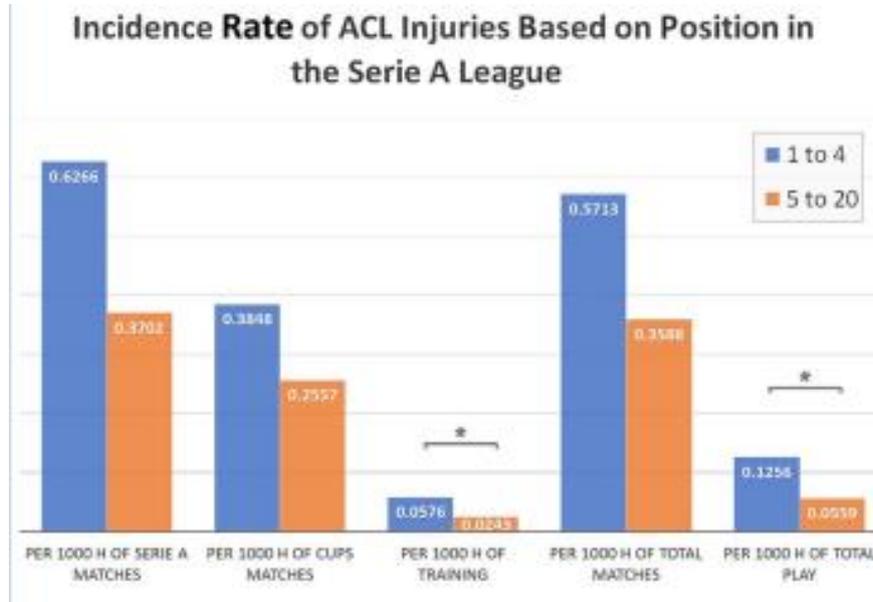


Tabla V. Incidencia de lesión de ligamento cruzado anterior en función de la posición clasificatoria en la Calcio A.¹²

Erik Schiffner et al ¹³, muestra una incidencia de rotura del LCA de 0,040 por cada 1000 horas de exposición en la Bundesliga alemana (primera división del fútbol profesional) entre las temporadas 2009 y 2018.¹³

De las 72 roturas de ligamento cruzado anterior que se produjeron en esos años, el 72% ocurrieron durante el transcurso de un partido.¹³

2.5 ETIOLOGÍA Y MECANISMO LESIONAL.

La rotura del ligamento cruzado anterior en el fútbol supone un evento de gravedad en la carrera del deportista. Una de las principales complicaciones tras la reconstrucción de ligamento cruzado anterior, supone la recuperación del nivel de rendimiento previo a la lesión.⁹

- En el 35% de los casos, la rotura de ligamento cruzado anterior se asocia a lesión meniscal.
- En un 6%, con lesiones del ligamento colateral medial.
- En un 4%, con lesiones condrales.
- Y en un 2,5%, se asocia a lesiones del ligamento cruzado posterior.

Waldén M, et al, obtuvo que un 65% de las lesiones se producen sin contacto, 20% a través de contacto indirecto, y un 15% a través de contacto totalmente directo.¹⁴

Dentro de las lesiones producidas por contacto:

Tanto en hombres como en mujeres, están principalmente producidas por entradas de jugadores rivales, viéndose afectado en la mayoría de los casos el jugador que recibe la entrada.⁹

- En el caso de las entradas, esta suele impactar desde el lateral de la rodilla provocando un valgo forzado.¹⁴
- En el caso de las lesiones por choque o colisión con rivales, suelen destacar:
 - Choques frontales de frente a frente con impacto anterolateral a la parte inferior de la pierna que la impulsa hacia un valgo e hiperextensión forzada.¹⁴

- Contacto de rodilla con rodilla con impacto posterolateral llevando el miembro lesionado a varo y una translación anterior de la rodilla. ¹⁴
- Contacto de rodilla con rodilla con impacto anteromedial llevando el miembro a valgo e hiperextensión. ¹⁴

En la mayoría de las situaciones donde se produjo la lesión, el jugador se encontraba desempeñando un rol defensivo, y prácticamente la mitad de los lesionados no tenían posesión de la pelota en el momento del incidente. ^{14,15}

Entre las lesiones sin contacto: ¹⁴

- La situación indirecta con mayor incidencia lesional, es cuando el defensa realiza un paso lateral a gran velocidad, con intención de llegar al balón o para interceptar al oponente. El jugador que presiona suele avanzar a gran velocidad. ¹⁴

En esta situación, se observó que los jugadores, en el momento de contacto inicial entre el pie y el terreno de juego presentaban en todos los casos una flexión igual o menor de 40° en la cadera, de 20° o menos en la rodilla. ¹⁴

En algunas las lesiones producidas a través de este mecanismo, a través del video análisis de los lances de juego, se identificaron gestos comunes de abducción de cadera junto con valgo de rodilla. ¹⁴



Fig 7. Mecanismo lesional sin contacto durante la presión.¹⁴

- Otra situación frecuente de lesión por contacto indirecto o sin contacto, se corresponde con el momento de recuperación del equilibrio tras el golpeo de balón.¹⁴
- La segunda situación que presentó mayor frecuencia de lesión con balón se produce durante el despeje. El jugador que golpea suele realizar un desplazamiento horizontal a alta velocidad con poco o ningún equilibrio.¹⁴

En esta situación, los jugadores presentaban menos de 30° y 20° de flexión de cadera y rodilla, respectivamente.¹⁴

Se observó un patrón común de abducción de cadera y valgo de rodilla.¹⁴

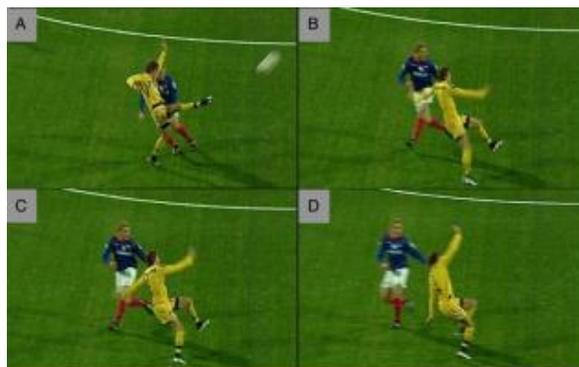


Fig 8. Mecanismo lesional sin contacto durante despeje de balón.¹⁴

- En tercer lugar, aparecen las lesiones producidas tras el aterrizaje de un remate de cabeza, que se trata de un mecanismo lesional sin contacto. El aterrizaje en los deportistas lesionados se producía con una única pierna, y con la mayor parte del peso cayendo sobre el antepié.¹⁴

En esta situación, los ángulos de flexión en el contacto inicial era de 10° o menos en la rodilla, pero se mostraron más variables en la cadera.¹⁴



Fig 9. Mecanismo lesional tras aterrizaje.¹⁴

Además, Larwa J, et al, exponen en sus estudios que una estabilidad disminuida de la faja abdominal, aterrizajes con golpes fuertes en el talón y el déficit en la fuerza abductora de cadera también son factores contribuyentes a la rotura del ligamento cruzado anterior en atletas jóvenes.¹⁶

Estas situaciones de riesgo se pueden ver potencialmente agravadas por posiciones forzadas de las extremidades inferiores y el tronco. Algunas de ellas son: Exceso de valgo dinámico de rodilla, exceso de aducción y de rotación interna de cadera, así como pérdida de control de tronco en las tres dimensiones del espacio durante gestos atléticos.⁹

2.6 FACTORES DE RIESGO.

Los factores de riesgo que pueden producir una rotura de LCA se pueden subdividir entre:

2.6.1 Factores de riesgo no modificables.

Se subdividen en:

- Factores de riesgo anatómicos:
 - Aumento del ángulo Q, que es el ángulo formado por las líneas de fuerza del cuádriceps y el eje del tendón rotuliano.⁹
 - Estrechamiento del surco intercondíleo. Esta estenosis es generalmente asociada a un ligamento cruzado anterior más pequeño y débil. Además, este estrechamiento podría causar elongación del ligamento en casos de elevada tensión. Sin embargo, la evidencia científica presente no relaciona la anchura del surco con la rotura del LCA.⁹
 - Surco intercondíleo con forma de A, en vez de forma de U reversa. Un surco con forma de A puede generar un impingement en el borde medial del cóndilo femoral lateral durante las situaciones de valgo articular, así como un impingement o atrapamiento en el techo del surco durante la hiperextensión de rodilla.⁹
- Alahmad TA et al¹⁷, exponen en su revisión sistemática que las diferencias de ángulo Q y la anchura del surco intercondíleo no están relacionadas con la lesión.¹⁷
- Pronación excesiva de la articulación calcaneoastragalina. Este factor de riesgo se debe a que una pronación excesiva de esta articulación aumenta la rotación tibial con respecto del fémur, provocando un aumento de la tensión del ligamento.^{9,18}
 - El valgo de rodilla produce un aumento de la carga que recae sobre el LCA, sobre todo cuando ocurre en combinación con una rotación interna de la tibia.¹⁹

- Laxitud articular general e hiperextensión de rodilla. Uhorchak et al ²⁰ muestra que una laxitud generalizada puede suponer un riesgo 2,7 veces mayor de lesión de LCA. Daniel et al ²¹, investigó en 45 pacientes con reconstrucción de ligamento cruzado anterior, encontrando un recurvatum considerable a los 10 y 90 grados de flexión de cadera.⁹

Esta laxitud generalizada es más frecuente en mujeres en edad adolescente, viéndose no solo afectado el movimiento en el plano sagital (hiperextensión), sino también en el plano coronal (valgo).

Daniel V. Boguszewski, et al, ²² demostró que las mujeres presentan una mayor laxitud en los movimientos de rotación interna y valgo de rodilla en comparación con los hombres. ²²

Además, algo importante a tener en cuenta es que la laxitud sigue un patrón evolutivo diferente en hombres y mujeres en relación a la edad. Mientras que los hombres van perdiendo laxitud progresivamente con el paso de los años, las mujeres siguen el patrón opuesto.⁹

- Aumento del ángulo de pendiente tibial posterior, que hace que la tibia se posicione anterior respecto al fémur, produciendo un aumento de estrés mecánico de LCA durante la contracción del cuádriceps, aumentando por tanto el riesgo lesional.⁹

Korthaus A, et al, ²³ expone que los pacientes con lesión del ligamento cruzado anterior tienen una pendiente tibial posterior significativamente más pronunciada que el grupo control.

- Factores de riesgo genéticos:

- Estudios de predisposición familiar:

Myer GD, et al, ²⁴ obtuvieron unos resultados que indicaban que aquellos deportistas varones con un familiar directo que hubiese sufrido una rotura de ligamento cruzado anterior, eran más propensos a sufrir esa misma lesión que la población general. Por lo tanto, esto explicaría que los varones tienen una mayor predisposición genética

para sufrir la lesión mientras que las mujeres son más susceptibles de sufrirla por otros factores de riesgo diferentes, como déficits de control neuromuscular, del que se habla más adelante.²⁴

- Estudios de asociación genética:

Posthumus, et al,²⁵⁻²⁸ publicó varios estudios donde hallaron tres factores genéticos que podrían ser responsables del aumento del riesgo lesional del ligamento cruzado anterior. Además, los autores²⁵ observaron que el genotipo TT puede ser protector frente a este tipo de lesión.²⁵

- Factores de riesgo asociados a género:

Las atletas femeninas se han relacionado con una mayor incidencia lesional de LCA respecto a los masculinos²⁹. En el fútbol, ese riesgo es 2,6 superior en mujeres que en hombres con el mismo nivel de rendimiento atlético²⁴. Las diferencias de frecuencia de lesiones de LCA aumentan en gran medida durante la adolescencia, y bajan en la etapa adulta temprana. La edad pico es de entre 12-14 años para las mujeres y de entre 14-16 para los hombres.^{9,30,31}

Hewett TE, et al,³² explica estas diferencias lesionales en diferencias anatómicas, control neuromuscular y la posible influencia de hormonas sexuales.

El estudio de la rodilla en cadáveres permitió establecer notables diferencias anatómicas entre sexos. Las rodillas femeninas mostraron una mayor laxitud interna, mayor laxitud hacia valgo, y mayor laxitud anterior. Las rodillas masculinas mostraron una mayor rigidez interna, hacia varo y hacia valgo²². Además, Shultz et al,³³ mostraron que las atletas femeninas presentan menor propiocepción, y tardan más tiempo en alcanzar la máxima contracción muscular. Un movimiento tibial aumentado, junto con una menor propiocepción y una contracción más lenta son tres factores de riesgo para lesión del ligamento cruzado anterior.⁹

El ligamento cruzado anterior presenta una dimensión proporcional a la fuerza del cuádriceps³⁴. Por lo tanto, como la fuerza en este grupo muscular generalmente es

menor en mujeres futbolistas que en hombres, hacen que esta área de cruce que forma anatómicamente el ligamento sea más pequeña, suponiendo un riesgo mayor para lesión cuando se aumenta el estrés mecánico sobre la rodilla, sobre todo en movimientos de torsión.^{9,34}

En cuanto a las hormonas sexuales y su asociación como factor de riesgo de la rotura del ligamento cruzado anterior, dos estudios^{35,36}, han mostrado que esta lesión se produce más a menudo durante las fases foliculares y preovulatorias del ciclo menstrual.

Durante esta etapa de la pubertad, el crecimiento del esqueleto óseo es rápido, sobre todo de la tibia y el fémur³⁷. Este hecho hace que aumenten las fuerzas de torsión sobre la articulación.

Además, el aumento de peso propio de la pubertad hace que las articulaciones de los miembros inferiores necesiten más fuerza y potencia³⁸. En los varones durante la pubertad, los incrementos de fuerza y potencia están producidos en parte por el incremento de los niveles de testosterona³⁹. Al contrario pasa en las mujeres, donde no se experimenta ese aumento de potencia y fuerza muscular, debido a las diferencias hormonales entre sexos.^{9, 39-41}

- Lesión previa de LCA como factor de riesgo:

Las lesiones previas son uno de los factores de riesgo más importantes para lesiones deportivas futuras. Los jugadores que se lesionan durante una temporada presentan un aumento del riesgo lesional para la temporada siguiente.⁴²

La lesión previa supone un riesgo de volver a sufrir esa lesión en el mismo miembro, pero también incrementa el riesgo sufrir la lesión en el miembro contralateral⁴³. Sujetos con reconstrucción de ligamento cruzado anterior,

además, son más susceptibles de sufrir otro tipo de lesiones en la rodilla, principalmente, lesiones asociadas a sobreuso y desgaste, como puede ser la artrosis.^{44, 45}

Orchard et al,⁴⁶ expone que durante los primeros doce meses tras la reconstrucción, el riesgo de lesión, tanto en el mismo miembro como en el contrario, es once veces superior a una persona sin lesión. Este riesgo de volver a lesionarse del mismo miembro disminuye a un 4,4% a partir del decimotercer mes tras la reconstrucción.^{9,46}

- Otros factores de riesgo:

Algunos autores incluyen la fatiga y la congestión muscular como factor de riesgo para lesión de LCA, ya que este fenómeno altera el control neuromuscular.⁴⁷⁻⁵³

2.6.2 Factores de riesgo modificables.

- Condición climática y características del terreno de juego:

La lluvia y la humedad pueden disminuir el coeficiente de fricción entre el calzado y la superficie de juego^{54,55}, alterando la pisada⁵⁶. Orchard et al^{54, 55, 57}, muestra que una tasa de evaporación alta de lluvia y una tasa de lluvia baja, puede asociarse con un aumento de las lesiones de rodilla, incluyendo por tanto lesiones de LCA. Estos mismos autores⁵⁷, muestran que algunos tipos de campo de juego disminuyen la tasa lesional. Sin embargo, hay otros que aumentan el riesgo lesional, como por ejemplo el césped de grama común, muy utilizado en campos deportivos profesionales. Este césped, conocido como "*Bermuda grass*" produce una mayor atracción entre la suela del calzado y la superficie de juego, y por sus características de crecimiento hace necesaria una mayor fuerza para rotar el pie sobre la superficie.

Cuando el miembro inferior se ve involucrado en un movimiento de pivote, cuanto mayor será la fuerza rotacional, mayor será la adherencia con el césped, y por lo tanto, en esa situación, el pie no va a seguir el movimiento de pivote aumentando drásticamente la tensión sobre la rodilla, y a su vez, el riesgo de sufrir una rotura de LCA.⁵⁸

Cabe destacar, que las variaciones del césped natural, como son sus diferentes variantes, el crecimiento de ramas laterales, la formación de paja, la altura del césped, etc. pueden influenciar la interacción entre el calzado y la superficie, incrementando potencialmente el riesgo de lesión de LCA.^{57, 59, 60}

Además, se ha de tener en cuenta que un porcentaje del fútbol base y de categorías inferiores previas al fútbol profesional, practican el deporte en superficies de juego artificiales. En el estudio realizado por Howard M, et al, se llegó a la conclusión de que los jugadores que practicaban el deporte en superficies naturales tenían un riesgo mayor de lesionarse del LCA en comparación con los que jugaban en campo sintético.⁶¹

- Tipo de calzado:

Un incremento en la adherencia entre el calzado y la superficie de juego, puede representar un factor de riesgo importante. En este apartado cobra importancia el “Índice de torsión”. Este valor viene determinado por la combinación de:⁶²

- Número y forma de los tacos.
- Modelo de calzado.
- Estado del terreno de juego (artificial o natural, condición meteorológica, etc.)

El tipo de superficie de juego ha mostrado tener un impacto importante en el valor de acople entre el calzado y el terreno.

El juego sobre césped artificial muestra un menor índice de torsión para los modelos de botas más utilizadas, (botas de tacos de goma modernas, botas de tacos de aluminio, y botas de tacos de plástico) especialmente si el peso recae únicamente sobre el antepié.⁶²

Se ha mostrado una relación directa entre el aumento de Índice de torsión, y el riesgo de lesión de ligamento cruzado anterior.⁵⁵

- Otros factores de riesgo modificables:

Como por ejemplo el peso corporal y el índice de masa corporal⁶³. Tener sobrepeso y un IMC elevado se asocia a un mayor riesgo de lesión de LCA^{64,65}.

Otro factor de riesgo lo supone el desbalance neuro-muscular entre la musculatura isquiotibial y el cuádriceps^{65,66}.

2.7 METODOS DIAGNOSTICOS DE ROTURA DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR.

Para el diagnóstico, se realiza una combinación de la historia clínica del paciente, junto con un examen exhaustivo del mismo, y, de considerarse necesario, una prueba de imagen por resonancia magnética.⁶⁷

Se debe sospechar la rotura de ligamento cruzado anterior si el paciente reporta:

- Mecanismo lesional que involucra movimientos de deceleración/aceleración junto con un valgo dinámico de rodilla.
- Escucha o sensación de chasquido o ruido fuerte a nivel articular.
- Hemartrosis en las 2 horas siguientes a la lesión.⁶⁸

En cuanto a los test clínicos que se pueden utilizar para detectar esta rotura, el Test de Lachman ⁶⁹ ha mostrados ser el más certero, con una sensibilidad del 85% y una especificidad del 94%. La prueba de cajón anterior ha mostrado tener alta sensibilidad y especificidad para roturas de carácter crónico (92% y 91% respectivamente), pero es menos certero para casos agudos ⁶⁹. Cuando se obtiene un resultado positivo, el “Pivot shift” test resulta ser muy certero con un 98% de especificidad. ⁶⁹

Sin embargo, unos test negativos no son suficientes para descartar la lesión.⁶⁹

En profesionales altamente experimentados, la combinación de historia clínica y mecanismo lesional que refiere el paciente junto con las pruebas pertinentes generalmente son suficientes para diagnosticar una rotura de LCA. Sin embargo, el dolor y la inflamación en el momento agudo de la lesión pueden dificultar el examen. El diagnóstico erróneo es común. El examen clínico o la resonancia magnética deben repetirse en fase subaguda para poder descartar la lesión con certeza. ⁶⁷

Después de un fuerte traumatismo en la rodilla, la “Ottawa Knee Rule” debería utilizarse para descartar fracturas a nivel óseo ⁷⁰. Esta herramienta, se utiliza para descartar

fracturas a nivel articular en la rodilla, con una sensibilidad de 98,5%, sin embargo, no es suficiente para afirmar que existe, con una especificidad del 48,6% ⁷⁰. Los pacientes con al menos una respuesta positiva de las 5 preguntas que se realizan siguiendo el cuestionario debería ser considerado candidato para realizar radiografía.

¿Es el paciente mayor de 55 años?
¿Hay sensibilidad aislada de la rótula?
¿Hay sensibilidad en la cabeza del peroné?
¿Es el paciente capaz de flexionar la rodilla 90°?
¿Es incapaz el paciente de soportar su peso durante cuatro pasos?

Tabla VI. Tabla de preguntas de “Ottawa Knee Rule”.

Otro factor importante a tener en cuenta, es que la lesión de LCA suele ir asociada a lesiones de las estructuras articulares colindantes, como por ejemplo esguinces de los ligamentos articulares, lesiones meniscales, lesiones de la médula ósea, lesiones a nivel de cartílago articular y fracturas intra-articulares ⁷¹. La incidencia de lesión del ligamento cruzado anterior junto con ligamento colateral lateral y ligamento cruzado posterior es relativamente baja, mientras que lesiones asociadas con ligamento colateral medial y menisco son más frecuentes (30% y 42% respectivamente). ⁷¹

Por lo tanto, la resonancia magnética está totalmente indicada cuando el diagnóstico no es del todo certero, o cuando hay sospecha de lesiones asociadas. ⁶⁷

2.8 FISIOTERAPIA BASADA EN LA EVIDENCIA CIENTÍFICA.

La rehabilitación de ligamento cruzado anterior basada en la evidencia científica, debería ser llevada a cabo por un fisioterapeuta con experiencia previa⁶⁷. El número y frecuencia de sesiones dependerá del plan de tratamiento y la progresión individual de cada paciente⁶⁷. Es importante, que frecuentemente los ejercicios sean monitorizados por el profesional, y que el paciente tenga acceso a un espacio óptimo donde pueda realizar su plan de tratamiento⁶⁷. La frecuencia de realización de ejercicios varía entre 2-3 días por semana, a todos los días de la semana. La comunicación entre paciente y rehabilitador es clave, sobre todo en caso de:

- Experimentar síntomas de nueva lesión.⁶⁷
- Experimentar síntomas de complicación, como síntomas de problemas meniscales, incapacidad de extender completamente la rodilla, etc.⁶⁷

En los últimos años, la rehabilitación ha pasado de realizarse a través de protocolos generales, hacia tratamientos individualizados. Hay 5 fases diferenciadas en la rehabilitación.⁶⁷

1) Fase preoperatoria (para aquellos que se van a someter a reconstrucción)⁶⁷

Para aquellos pacientes que vayan a someterse a cirugía, la fisioterapia preoperatoria debería realizarse para mejorar los resultados postoperatorios^{72,73}, empezando la misma lo antes posible tras conocer el diagnóstico. El tratamiento previo a la operación sigue los mismos principios que la fase aguda e intermedia descritos en los apartados inferiores, destacando como factores imprescindibles la obtención de un rango completo de extensión pasiva de rodilla, y un cuádriceps lo más fuerte posible. Estos dos factores están relacionados con los resultados que se obtendrán después de la operación⁷⁴. En pacientes que presentan rango completo de movilidad, sin dolor, con la capacidad de

realizar salto unilateral, el entrenamiento de fuerza y resistencia de alta intensidad y pliométricos ⁷⁵ tiene beneficios que se extienden hasta 2 años después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.^{72,76}

2) Fase aguda (tanto tras ruptura como tras reconstrucción)⁶⁷

En esta fase, los objetivos principales serán: Ausencia de dolor, rango de movimiento completo tanto activo como pasivo y el levantamiento de la pierna estirada ⁶⁷. Conseguir la extensión pasiva completa y activar la función muscular del cuádriceps deberían ser objetivos a lograr desde el primer día después de la rotura o de la reconstrucción ⁶⁷. Ejercicios de movilidad activa y pasiva (contracciones isométricas de cuádriceps, levantamiento de pierna recta, flexiones de rodilla en prono y deslizamientos de talón) y el manejo del dolor son los pilares sobre los que trabajar en esta fase ⁷⁴. Como ejercicio adicional, la electroestimulación podría ser interesante para mejorar la fuerza muscular del cuádriceps en fases tempranas⁷⁷. La evidencia científica recomienda trabajar ejercicios en cadena cinética cerrada. ⁷⁴

3) Fase intermedia (tanto tras ruptura como tras reconstrucción)⁶⁷

Los objetivos principales serán el control total de la extensión de rodilla con carga en cadena cinética cerrada, alcanzar el 80% de simetría de fuerza muscular con el cuádriceps contralateral, el 80% de simetría del test de salto con una calidad de movimiento aceptable ⁶⁷. En esta fase se busca integrar el entrenamiento neuromuscular y el entrenamiento de fuerza ⁷⁴. El entrenamiento neuromuscular buscará mejorar la estabilidad dinámica de rodilla a través del trabajo sobre la propiocepción y estrategias de control motor ⁶⁷. El trabajo neuromuscular incluye entrenamiento de equilibrio, agilidad y pliometría ⁶⁷. Es importante que gradualmente se introduzcan ejercicios cuyo objetivo sea recrear situaciones o demandas específicas del deporte del paciente. El objetivo del programa de entrenamiento de fuerza es recuperar la fuerza y potencia muscular

necesaria para participar en su deporte⁷⁴. Este entrenamiento de fuerza comenzará con un periodo de ajuste donde se trabajará con cargas bajas a altas repeticiones, y la intención será progresar hacia cargas altas con un bajo número de repeticiones. Los programas de fuerza que incluyen ejercicios unilaterales y bilaterales, y que progresan gradualmente siguiendo los principios de entrenamiento de fuerza para personas con lesiones, tienen mejores resultados que los programas que trabajan a alto número de repeticiones⁷⁸. Un principio del entrenamiento de fuerza es, que si el paciente puede realizar dos repeticiones por encima del número fijado, la carga deberá incrementarse en la siguiente sesión.⁷⁴

4) Fase tardía (tanto tras ruptura como tras reconstrucción)⁶⁷

Los objetivos principales serán alcanzar el 90% de simetría en la fuerza de ambos miembros inferiores, el 90% del test de salto con calidad de movimiento adecuado, trabajar y reconstruir la confianza del atleta, y la progresión de las demandas específicas de su deporte. Esta fase debería ser totalmente individualizada según los objetivos y metas del paciente, ya que el tipo de deporte o actividad física en la cual el paciente pretende participar en el futuro puede variar mucho. Generalmente esta fase incluye ejercicios de fuerza de alta intensidad, potencia y agilidad, y ejercicios específicos del deporte. Tras superar los criterios para la vuelta a la práctica deportiva, el atleta gradualmente podrá incorporarse a su deporte, progresando desde entrenamiento evitando contacto, hasta entrenamiento completo, posteriormente participando en la competición de forma limitada, controlando los minutos de juego, hasta la participación ilimitada en la competición.

5) Fase de prevención continua (tanto tras ruptura como tras reconstrucción)⁶⁷

Los objetivos principales serán el mantenimiento de la fuerza muscular y la estabilidad dinámica de rodilla. Un adecuado programa de prevención debería realizarse al menos

dos días por semana mientras el paciente regresa gradualmente al deporte y debería mantenerse tras la vuelta a la práctica deportiva. Existen programas de prevención para una gran variedad de deportes⁷⁹, incluyen potenciación de miembros inferiores y el trabajo de patrones de movimiento de bajo riesgo. Un ajuste de cargas óptimo también es útil para reducir el riesgo de volver a sufrir la lesión o de lesionarse otras partes del cuerpo.⁸⁰

2.9 ABORDAJE TERAPÉUTICO DE LA LESIÓN.

El tratamiento debe ser en todo momento individualizado, teniendo presente que hay varias opciones para abordar la lesión ⁶⁷. Los médicos rehabilitadores y cirujanos deben discurrir cual será el mejor tratamiento posible para el paciente teniendo en cuenta que los métodos de rehabilitación y los procedimientos quirúrgicos pueden variar. Las principales opciones de abordaje de la lesión son: ⁶⁷

- Rehabilitación como primera línea de tratamiento (pendientes de si se desarrolla inestabilidad funcional).⁶⁷
- Reconstrucción del ligamento cruzado anterior, seguido de una rehabilitación postquirúrgica.⁶⁷
- Rehabilitación preoperatoria, seguida de reconstrucción del ligamento cruzado anterior, y a su vez de rehabilitación postoperatoria.⁶⁷

La lesión de ligamento cruzado anterior puede suponer importantes consecuencias a largo plazo para el paciente, por lo tanto, un manejo óptimo de la lesión requiere una gran implicación por parte del sujeto. El tratamiento elegido debe ser una decisión consensuada entre el paciente y el profesional. Para asegurarse de que el paciente se comprometa con un plan de tratamiento, el primer paso del proceso consiste en facilitarle una información de alta calidad a cerca de su lesión.⁶⁷

Otro factor importante en la recuperación es la expectativa. Feucht MJ, et al, ⁸¹ mostró que pacientes sometidos a la cirugía, esperaban tener una función normal o casi normal tras 12 meses de la cirugía. El 91% esperaban volver al deporte tras un año de la cirugía, y el 98% esperaban no tener prácticamente riesgo de osteoartritis de rodilla. Estas expectativas no son realistas, los síntomas a largo plazo son comunes⁸², por los menos el 50% de ellos desarrollan osteoartritis de rodilla temprana en los 10 primeros años tras la reconstrucción. ^{83,84}

3. JUSTIFICACIÓN

Para algunos individuos, una rodilla que sufrió una rotura de LCA no volverá a ser como la previa a la lesión⁹⁸. Tras 5 años de la rotura, dolor de rodilla, limitación funcional y una pérdida en el nivel de calidad de vida, son síntomas comunes^{85, 86}. Además, un número alarmante de pacientes desarrollará osteoartritis en la articulación durante la edad adulta temprana o media.⁸⁴

Muchos no volverán a la práctica deportiva y adoptarán un estilo de vida más sedentario, motivados por factores como el riesgo de volver a sufrir la lesión.^{83, 87, 88}

En conjunto, estos factores pueden suponer un gran impacto en la calidad de vida de los individuos, que necesitaban ser activos para alcanzar una vida plena y satisfactoria.^{89,90}

Sin embargo, no todos los resultados son pobres tras la rotura del LCA. Para ello resultará fundamental identificar los factores de riesgo modificables, e implementar un tratamiento fisioterápico totalmente individualizado para optimizar los resultados a corto, medio y largo plazo.⁶⁷

Siegel L, et al⁹¹, muestra que se producen entre 100.000 y 200.000 roturas de ligamento cruzado anterior cada año en Estados Unidos. Esta lesión es la más común dentro del grupo de lesiones ligamentosas.⁹²⁻⁹⁵

Esta cifra aumenta en población general y en individuos que practican deporte. Los jugadores de fútbol son los más propensos a sufrir la lesión, seguido de los esquiadores y de los gimnastas, también con una alta incidencia.^{96,97}

El número de lesiones en atletas menores de 18 años ha crecido en las dos últimas décadas. Algunos de los motivos son el mayor número de jóvenes que participan en deportes de grupo, el aumento de entrenamientos intensivos a edades más tempranas y

el aumento de diagnósticos debido al incremento de pruebas de imagen que se realizan.⁹⁸

La lesión del LCA supone un evento grave en el fútbol a todos los niveles, y ha supuesto un aumento de la carga financiera en los clubes de fútbol profesional.

Schiffner E, et al ¹³ muestra que los equipos profesionales de Alemania llevan a cabo 0,53 reconstrucciones de ligamento cruzado anterior por temporada.

Esta lesión es temida por deportistas y clubes, debido a su largo periodo de recuperación. Waldén M, et al, ⁹⁶ muestra que la mayoría de jugadores retoman la práctica deportiva antes de alcanzar el año tras la lesión. Situó la media en 201,5 días (6,6 meses) tras la lesión para retomar los entrenamientos, y 225 días (7,4 meses) para la vuelta a la competición.

La rehabilitación de LCA, más aún en deportistas de élite, buscan devolver lo antes posible la movilidad articular de la rodilla lesionada. ⁶⁷

Esto, en fases tempranas, a veces pasa por las movilizaciones forzadas activas, activo-asistidas, y pasivas, de la flexo-extensión articular⁹⁴. La musculatura, tras la cirugía, se encuentra totalmente atrofiada, y las restricciones de tejido blando suponen uno de los topes principales en el rango articular.

La punción seca, y sus diferentes técnicas, actúan sobre la musculatura, fascia y tejido blando. Una adecuada identificación de los PGM activados en la musculatura flexora y extensora, y una técnica correctamente adecuada sobre las mismas, podrían devolver al músculo ese tono y comportamiento normal, junto con el tratamiento de fisioterapia estándar de potenciación muscular, etc. podrían evitar esas movilizaciones forzadas que pueden comprometer la integridad de la plastia, y ahorrar dolor en la fase aguda de la recuperación. ¹⁰⁰

Mi amor por el fútbol, mi forzosa retirada tras sufrir la rotura del ligamento cruzado anterior con 13 años, la espera hasta los 15 para operarme, las visitas a médicos, el tener que mirar sentado a mis amigos hacer deporte sin yo poder siendo un niño, el largo camino hacia una vida sin dolores en la rodilla, junto con mi sentimiento de responsabilidad de ayudar a los demás como fisioterapeuta que me siento, me motivó a realizar mi trabajo sobre esta lesión que tanto me quitó, y a buscar nuevas técnicas para implementar en la rehabilitación de esta lesión que la hagan más llevadera y agradable para quienes la sufren.

4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.

4.1 HIPÓTESIS.

Según la evidencia científica disponible sobre los efectos y beneficios de la aplicación de un tratamiento rehabilitador orientado a la práctica de fútbol en el tratamiento de la rotura de LCA, la hipótesis de este TFG es la siguiente: "Es posible diseñar y posteriormente ejecutar un proyecto de investigación que demuestre que los efectos beneficiosos que presenta implementar la punción seca en un protocolo de fisioterapia para rotura de LCA son mayores que los de un plan fisioterápico estándar para futbolistas federados tanto en la mejora de dolor, en el rango articular y en la fuerza muscular."

4.2 OBJETIVOS.

4.2.1 Objetivos Principales.

- Describir la complejidad de la articulación de la rodilla.
- Describir las principales características de la rotura de LCA y su relación con el fútbol.
- Explicar el abordaje terapéutico en la lesión de LCA con sus tratamientos más habituales.
- Describir los beneficios generales de la aplicación de la punción seca junto con el tratamiento habitual de LCA, y sus diferencias frente a la aplicación de un protocolo de fisioterapia convencional.

4.2.2 Objetivos Específicos.

- Presentar una batería evidenciada científicamente y validada de medición de las variables a estudio.
- Calcular el tamaño muestral necesario y explicar la metodología del estudio experimental más adecuada.
- Evidenciar la eficacia de la aplicación de la punción seca, y sus especificidades.
- Comparar los efectos sumados de la punción seca más el tratamiento fisioterápico con los efectos del tratamiento convencional.
- Proponer un protocolo de rehabilitación eficaz en base a los resultados obtenidos.
- Determinar si es más eficaz la aplicación de la punción seca junto con el tratamiento fisioterápico habitual o la aplicación del tratamiento fisioterápico habitual para roturas de LCA en futbolistas profesionales, para cada una de las variables estudiadas.

5. METODOLOGÍA.

5.1 BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.

Para realizar el diseño del proyecto de investigación se ha llevado a cabo una extensa búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos: PubMed y Google Scholar.

Los descriptores utilizados fueron: “Manual de fútbol”, “Historia del fútbol mundial”, “football”, “anterior cruciate ligament”, “incidence”, “injury”, “profesional soccer”, “grass”, “myofascial pain syndrome”, “dry needling”, “punción seca”, “myofascial pain”, “return to play”. Para la selección de artículos se estableció un filtro desde 2015 hasta la actualidad, 2022.

El operador booleano empleado fue el AND para combinar los descriptores de búsqueda, sin embargo, los booleanos OR y NOT no fueron utilizados en ninguna búsqueda. En cuando a los filtros, se consideraron los idiomas inglés y español.

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo entre noviembre de 2021 y mayo de 2022. Se preseleccionaron un total de 114 artículos, seleccionando finalmente 76 artículos entre revisiones bibliográficas, metaanálisis, y ensayos clínicos. Además, se han utilizado varios atlas y libros acerca de la anatomía general del cuerpo humano, y en concreto del ligamento cruzado anterior; y varios relacionados con el fútbol y su historia, para ampliar información acerca de este deporte.

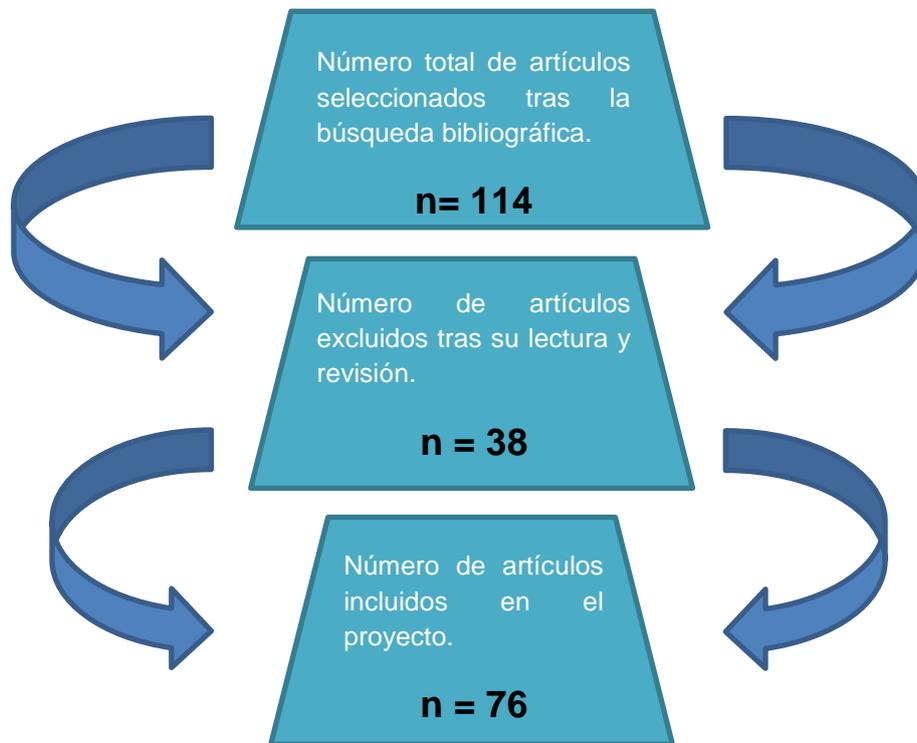


Fig 10. Búsqueda bibliográfica.

5.2 TIPO DE ESTUDIO.

El estudio propuesto es de tipo experimental prospectivo y aleatorizado, con un grupo de intervención y un grupo de control. Se compararán y estudiarán los efectos causados a las variables dependientes de los grupos control e intervención al modificar la variable de intervención (añadir el método de punción seca). A ambos grupos se les realizará un seguimiento en el tiempo (estudio prospectivo) y se cuantificarán y compararán los resultados obtenidos (estudio analítico). El estudio es unifactorial y multivariado, siendo las 3 variables dependientes analizadas el dolor, el rango articular y la fuerza muscular.

El estudio será llevado a cabo en la clínica perteneciente a la mutualidad de futbolistas de Gijón, que recoge una parte de los futbolistas federados intervenidos de reconstrucción de ligamento cruzado anterior; tanto para el grupo de intervención como para el grupo control. La asignación de los participantes a cada grupo será llevada a cabo por el traumatólogo en la primera consulta tras la cirugía, para evitar posibles sesgos de selección por parte del fisioterapeuta. Se asignarán de forma aleatoria simple, a través del programa informático Statistical Package for the Social Sciences (SPSS®) v.27 de IBM. Al registrar los datos de cada paciente, se le asignará además un número aleatorio, de manera que realizarán el tratamiento de grupo intervención los números pares y el tratamiento del grupo control los números impares.

Posteriormente, los dos fisioterapeutas contratados en la mutua, que deberán tener la cualificación académica necesaria para poder realizar las intervenciones invasivas, serán los encargados de llevar a cabo las sesiones de ambos grupos. El tercer fisioterapeuta, que será desconocedor del grupo al que pertenece cada individuo (autor del estudio), será el encargado de cuantificar y registrar los valores de las variables dependientes a lo largo del tiempo. Esta distribución intentará evitar sesgos y errores sistemáticos buscando que la información sea lo más objetiva posible.

El estudio, por sus características, será un estudio de evaluación ciega por terceros, que son aquellos estudios donde se recurre a un tercero, es este caso, el tercer fisioterapeuta, que desconoce el tratamiento que está recibiendo cada paciente, y se encarga de la valoración de la respuesta.

5.3 POBLACIÓN A ESTUDIO.

La población diana serán los pacientes diagnosticados médicamente de rotura de LCA, que hayan sido intervenidos quirúrgicamente en los últimos 3 meses y que estén federados en la Real Federación de fútbol del Principado de Asturias. Deberán ser menores de 65 años.

En 2021, Asturias registró 1.011.792 habitantes, de los cuales el 73,54% eran menores de 65 años, 744.072¹⁰¹. Todos los futbolistas federados en la Federación Asturiana de Fútbol son menores de 65 años. La federación recoge un total de 22920 fichas de jugadores/as en el Principado de Asturias.

ESTUDIO	POBLACIÓN	AÑO	INCIDENCIA
Filbay SR, Gridem H. ⁶⁷	Población general de Estados Unidos	2006	250.000 personas/año.
Howard, M, et al. ⁶¹	Jugadores/as de fútbol de la liga estadounidense National Collegiate Athletic Association.(NCAA).	Temporada 2004- 2005 a 2013-2014.	0,112/1000 horas de exposición.
Grassi, A, et al. ¹²	Jugadores de la liga profesional de fútbol italiana "Calcio A".	Temporada 2011- 2012 a 2017-2018.	0,0618/10 00 horas de exposición

Montalvo AM, et al. ¹⁰³	Futbolistas masculinos	Periodo de competición de 4 años.	3,5%
Schiffner, E, et al. ¹³	Jugadores de la liga profesional de fútbol alemana	Temporada 2016/2017	0,026/1000 horas de exposición
Hootman JM, et al. ⁹⁶	Jugadores masculinos de fútbol de la NCAA	Temporada 1988-1989 a 2003-2004.	0,28/1000 horas de exposición
Sanders TL, et al. ¹⁰²	Población general de Minessota	Entre 1/01/1990 y 31/12/2010.	70,2/100.000 personas por año

Tabla VII. Búsqueda bibliográfica para el estudio de la incidencia de la rotura del LCA.

De todos los artículos de la tabla, tomaremos como referencia el estudio de Montalvo AM, et al.¹⁰³. Este registraba una incidencia anual de 0,875%. Si tenemos en cuenta que en la RFFPA se registraron 22920 licencias deportivas, se producirán, supuestamente, unas 200 lesiones al año.

5.3.1 Análisis estadístico del tamaño muestral.

El cálculo del tamaño muestral se realizará basándonos en la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

En la cual:

- **n: tamaño de muestra buscado.**
- **N = Tamaño de la población.** Hay 22920 licencias deportivas de fútbol sumando las 21480 masculinas con las 1440 femeninas según los registros del Gobierno del Principado de Asturias en el año 2021. Utilizando como referencia el estudio de Montalvo AM, et al¹³⁰, se registra una incidencia de 0,875%, que supone unas 200 lesiones al año.
- **Zα= Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza (NC);** 1.645 al cuadrado (si la seguridad es del 90%).
 - o NC es el grado de certeza o probabilidad, expresado en porcentaje con el que se pretende realizar la estimación de un parámetro a través de un estadístico muestral.
- **p = probabilidad de que ocurra el evento que estoy estudiando** (en este caso 50% = 0.50). Probabilidad de éxito.
- **q = probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.** 1 – p (en este caso 1-0.50 = 0.50). Probabilidad de fracaso.
- **e = precisión** (10%). Error de estimación máximo aceptado.

$$n = \frac{200 \times 1,645^2 \times 0,50 \times 0,50}{0,10^2 \times (200 - 1) + 1,645^2 \times 0,50 \times 0,50}$$

$$n = \frac{135,3}{2,66} = 50,86$$

Por lo tanto, el estudio contaría con un total de 51 pacientes. Teniendo en cuenta las posibles pérdidas muestrales por renunciaciones, abandonos de la terapia, y asuntos ajenos a la propia investigación, se tomará una muestra ligeramente mayor a la obtenida para tener cierto margen de error. La muestra final será de 56 pacientes, que serán distribuidos a partes iguales entre grupo control e intervención.

5.4 DESARROLLO DE LA INTERVENCIÓN.

Los pacientes acudirán a su primera consulta tras la intervención quirúrgica de LCA con el traumatólogo correspondiente de la federación asturiana de fútbol. Tras la revisión médica pertinente, si todo evoluciona favorablemente, el médico derivará al paciente al fisioterapeuta, a través de la elaboración de un volante que quedará en lista de espera en la agenda del fisioterapeuta, a la espera de un hueco.

Ya durante la primera consulta, el médico le entregará la hoja del consentimiento informado que deberá traer debidamente completada y firmada el día de la primera sesión con el fisioterapeuta, en caso de aceptar la participación en el estudio. Además, en el registro informático de la historia clínica del paciente, se le asignará automáticamente un número aleatorio al sujeto haciendo uso del programa estadístico SPSS© 27.0.

En cuanto se pueda, el paciente recibirá una confirmación telefónica del inicio del tratamiento fisioterápico, a la que deberá acudir con un familiar directo o representante legal en la primera sesión en caso de ser menor de edad.

Una vez el paciente sea contactado vía telefónica con la fecha y hora de la primera sesión, se programará un mensaje de texto vía "Short message Service" (SMS), 24 horas antes de la primera sesión, donde el sujeto tendrá que confirmar su asistencia.

Durante la primera sesión, los fisioterapeutas principales contratados en la mutua, llevarán a cabo una evaluación fisioterápica pertinente y una anamnesis de las variables independientes del estudio (edad, sexo, tratamiento farmacológico, etc...) antes de pasar a explicarle al paciente en qué va a consistir su tratamiento fisioterápico y la importancia de realizarlo completo para la adecuada evaluación de los resultados. En el caso de tratarse de un paciente del grupo de intervención, se destinará más tiempo a explicar de forma extensa y detallada en qué consiste la punción seca, sus beneficios y riesgos, de

forma que el paciente tenga información completa para elegir libremente su participación. Acto seguido, una vez se haya asegurado de que el sujeto comprende totalmente en qué consiste la intervención, comenzará el tratamiento.

Todos los sujetos participantes en el proyecto, tendrán que acudir tres días a la semana a la clínica de la mutua de la federación asturiana de fútbol, donde se les asignará uno de los fisioterapeutas contratados en la clínica, que no cambiará a lo largo de toda la intervención, para evitar sesgos en la realización de la técnica. En caso de sustitución de alguno de los profesionales, el sustituto mantendrá la misma intervención que el fisioterapeuta titular.

Los días elegidos para desarrollar el proyecto serán lunes, miércoles y viernes, de forma que se le pueda dar cierta intensidad al tratamiento pero dejando también algo de descanso entre las sesiones. En el grupo de intervención, la punción seca se realizará los lunes para la musculatura flexora, y los viernes para la musculatura extensora, además del tratamiento fisioterápico convencional tras intervención quirúrgica de LCA. Esto se debe a que, al tratarse de una técnica invasiva, tiene un riesgo de infección, aunque cada vez es menor debido a la amplia gama de precauciones que se toman para llevar a cabo la técnica. Y, fundamentalmente, porque la punción puede dejar dolorida la región donde se aplica. Por lo tanto, para que la piel y la musculatura puedan tener tiempo suficiente para recuperar de la técnica, se espaciarán las sesiones de punción sobre la misma zona una semana.

Como existe la posibilidad de que los fisioterapeutas no tengan la formación académica necesaria para realizar la punción seca, se les ofertará a aquellos que no la tengan, un curso intensivo financiado por la investigación las semanas previas al comienzo del proyecto.

El tercer fisioterapeuta acudirá al finalizar la primera sesión de cada paciente para realizar un registro de las variables antes de comenzar el proyecto. Además, cada dos semanas, es decir, 6 sesiones fisioterápicas, el tercer fisioterapeuta, acudirá a finales de semana a realizar las evaluaciones pertinentes de las variables dependientes del estudio que registrará en un documento de Microsoft Excel[®] 2019. Preferentemente, las evaluaciones se realizarán lo más separadas posibles de la sesión de punción para que el dolor real del paciente no venga sesgado por el dolor postpunción, así como para que la posible aparición de hematomas a consecuencia de la técnica no permita averiguar al fisioterapeuta a qué grupo pertenece cada paciente.

El tratamiento tendrá una duración de 3 meses desde la primera sesión, un total de 36 sesiones para cada paciente. La asistencia será registrada a través de una hoja que deberán rellenar a la entrada cada vez que acudan a recibir su tratamiento, donde deberán escribir su nombre completo, la hora de llegada, y una firma. Esta duración, se debe a que a los 3 meses de comenzar con el tratamiento, bien sea en el grupo control o en el grupo de intervención, se presupone que el paciente ya ha superado la fase aguda (salvo contratiempos o evolución desfavorable) ha recuperado el rango articular completo, y la fuerza muscular alcanza una simetría igual o mayor del 80% con el miembro no lesionado. Por tanto, a partir de ese plazo de tiempo estimado, para el proyecto será más enriquecedor captar a otro sujeto en fase aguda postlesional y aumenta el tamaño muestral del estudio.

Durante el desarrollo de la intervención, se cumplirán en todo momento las normas de la declaración de Helsinki, y la normativa referente a la conservación y tratamiento de datos.

5.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN.

5.5.1 Criterios de Inclusión.

- Tener menos de 65 años de edad.
- Haber sido diagnosticado y posteriormente intervenido de rotura de LCA debido a la práctica del fútbol.
- Estar federado en la Real federación de fútbol del Principado de Asturias en el momento de la lesión.
- Participación voluntaria en el proyecto tras haber sido informado y haber firmado previamente un consentimiento informado.
- Completar el proceso de tratamiento propuesto.

5.5.2. Criterios de exclusión.

- Tener más de 65 años de edad.
- Negarse a firmar el consentimiento informado.
- Incapacidad para comprender el tratamiento y los cuestionarios realizados.
- No haber sido intervenidos quirúrgicamente o haber recibido un tratamiento conservador.
- No practicar el fútbol de forma activa en el momento de la lesión.
- Fobia irrevocable a las agujas.
- Incapacidad de acudir con un representante legal o familiar directo que pueda autorizar la intervención en caso de ser menor de edad.
- Haber sufrido la lesión jugando a fútbol sala.

5.5.3. Criterios de retirada.

- Paciente no colaborador.
- Decisión voluntaria de abandonar el proyecto.
- Presencia de 2 o más síndromes vasovagales durante la punción.

5.6 VARIABLES DEL ESTUDIO.

Se recogerá la información relativa a una serie de variables independientes al comienzo del estudio, a través de la revisión médica de la primera sesión del médico, y de la primera sesión con el fisioterapeuta. Además, se recogerá información de variables dependientes al comienzo, durante, y al final del estudio, mediante una serie de escalas validadas por el fisioterapeuta investigador.

VARIABLE (definición conceptual)	VARIABLE (definición operativa)	VALORES	TIPO VARIABLE (naturaleza)	DE ESCALA DE MEDIDA	FUNCIÓN (interrelación)
Edad	Edad exacta en años cumplidos	Número de años	Cuantitativa discreta	Razón	Independiente
Sexo	Sexo de cada sujeto	1=Femenino 2=Masculino	Cualitativa dicotómica	Nominal	Independiente
Rotura de LCA	Rotura total del ligamento cruzado anterior de la rodilla	1=Sí 2=No	Cualitativa dicotómica	Nominal	Independiente
Tratamiento farmacológico	Si los sujetos están bajo tratamiento farmacológico para la rotura del LCA	1=No 2=Sí, Anti Inflamatorios esteroideos (AINES). 3=Sí, antibióticos.	Cualitativa politómica	Nominal	Independiente
Práctica de fútbol a nivel profesional	Si el sujeto practica el fútbol de forma profesional o amateur	1=No, amateur. 2=Sí, profesional.	Cualitativa dicotómica	Nominal	Independiente
Intervenir / Realizar tratamiento convencional	Si el sujeto será asignado al grupo de intervención o al grupo control	1=Grupo intervención 2=Grupo control	Cualitativa dicotómica	Nominal	Independiente
Dolor	Si el paciente refiere o no dolor en la rodilla, y, de ser así, ¿Cuánto? Medido con la escala EVA y una escala numérica tipo Walco-Howite.	0=No dolor 1/2=Dolor leve 3/6=Dolor moderado 7/8=Dolor intenso 9/10=Máximo dolor imaginable	Cuantitativa discreta	Ordinal	Dependiente
Rango articular	El rango articular que presenta el sujeto en los movimientos de flexión y extensión de la rodilla operada, medido con un goniómetro simple de fisioterapia.	0/180°	Cuantitativa continua	Razón	Dependiente

Fuerza muscular	La fuerza muscular de la musculatura flexora y extensora de la rodilla (cuádriceps e isquiotibiales principalmente) en los movimientos de flexión y extensión de la rodilla operada, haciendo uso de un dinamómetro portátil y con la escala Medical Research Council modificada.	Dinamómetro digital en kilogramos. 0/110kg. 0=Contracción muscular ausente. 1=Contracción muscular visible. 2= Movimiento activo eliminada la gravedad. 2-3=Movimiento activo contra gravedad de <50% del recorrido articular. 3= Movimiento activo contra gravedad de >50% del recorrido articular. 3-4= Movimiento activo contra resistencia de <50% del recorrido articular. 4= Movimiento activo contra resistencia de >50% del recorrido articular. 4-5= Movimiento activo contra una fuerte resistencia con el recorrido articular completo, pero ligeramente más débil que el normal. 5=Movimiento completo normal.	Cuantitativa continua	Razón Ordinal	Dependiente
			Cuantitativa discreta		

Tabla VIII. Variables de estudio.

5.6.1 Variables independientes.

- Edad (cuantitativa discreta): Edad exacta en años cumplidos.
- Sexo (cualitativa nominal): Sexo de cada sujeto. Femenino / Masculino.
- Rotura de LCA (cualitativa dicotómica): Rotura total del ligamento cruzado anterior de la rodilla. Sí / No.
- Tratamiento farmacológico (cualitativa politómica): Si los sujetos están bajo tratamiento farmacológico para la rotura del LCA. AINES / antibióticos / ninguno.
- Práctica de fútbol a nivel profesional (cualitativa dicotómica): Si el sujeto practica el fútbol de forma profesional o amateur. Amateur / profesional.
- Intervenir / realizar tratamiento convencional (cualitativa dicotómica): Si el sujeto será asignado al grupo de intervención o al grupo control. Grupo intervención / grupo control.

5.6.2 Variables dependientes.

- Dolor (cuantitativa discreta): El dolor es una sensación subjetiva, por lo que es fundamental conocer la percepción del paciente. Esta percepción propia viene determinada por experiencias dolorosas previas, el estado emocional y cognitivo, las expectativas frente al dolor y otro tipo de factores psicosocioculturales.
Para su medición, se utilizará la escala EVA, que consiste en una representación lineal dividida en 10 unidades en la que el extremo izquierdo "0" es "No dolor" y el extremo derecho "10" es el peor dolor imaginable. Una vez explicado al paciente, se le pide que señale dentro de la línea la intensidad de dolor que siente.

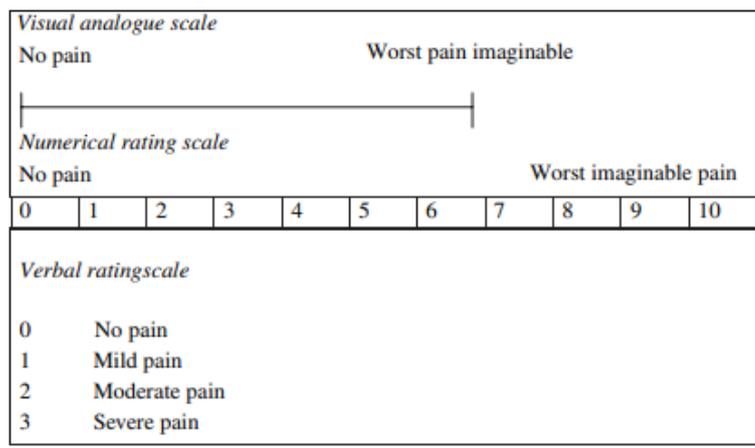


Fig 11. Escala Visual Analógica.¹⁰⁴

Posteriormente, con el valor numérico indicado por el sujeto, se clasifica su valoración del dolor según la escala numérica de Walco y Howite en: no dolor, dolor leve, dolor moderado, dolor intenso y máximo dolor imaginado.

0	1/2	3/6	7/8	9/10
No dolor	Dolor leve	Dolor moderado	Dolor intenso	Máximo dolor imaginable

Tabla IX. Escala de clasificación del dolor según valor numérico.

- Rango articular (cuantitativa continua): El rango articular que presenta el sujeto en los movimientos de flexión y extensión de la rodilla operada, medido con un goniómetro simple de fisioterapia. Se tomarán las mediciones tanto del rango articular activo (llevado a cabo por el sujeto sin ningún tipo de ayuda externa) y pasivo (llevado a cabo por el fisioterapeuta), tanto de la rodilla del miembro inferior lesionado como de la rodilla contralateral.

Para la evaluación del rango articular, se utilizará un goniómetro convencional, y se tomarán las mismas referencias para todos los sujetos. Uno de los brazos móviles apuntará hacia trocánter mayor, y el otro brazo móvil hacia el maléolo

externo. El fulcro se colocará en la cara externa de la rodilla, a nivel de la interlínea articular, por encima de la cabeza del peroné.

Movimiento	Rodilla sana				Rodilla afecta			
	Amplitud inicial		Amplitud final		Amplitud inicial		Amplitud final	
	Activa	Pasiva	Activa	Pasiva	Activa	Pasiva	Activa	Pasiva
Flexión	.../180°	.../180°	.../180°	.../180°	.../180°	.../180°	.../180°	.../180°
Extensión	.../180°	.../180°	.../180°	.../180°	.../180°	.../180°	.../180°	.../180°

Tabla X. Medición rango articular.

- Fuerza muscular (cuantitativa continua/cuantitativa discreta): La fuerza muscular de la musculatura flexora y extensora de la rodilla (cuádriceps e isquiotibiales principalmente) en los movimientos de flexión y extensión de la rodilla operada, haciendo uso de un dinamómetro portátil y con la escala Medical Research Council.

El dinamómetro portátil, de Recovery tropp[®], modelo activforce será útil para medir la fuerza flexora y extensora gracias a su pequeño tamaño y fácil adaptabilidad.



Fig. 12. Dinamómetro portátil. ¹⁰⁵

GRADO	DESCRIPCIÓN DE LA CONTRACCIÓN
0	Contracción ausente
1	Contracción muscular visible
2	Movimiento activo eliminada la gravedad
2-3	Movimiento activo contra gravedad de <50% del recorrido articular
3	Movimiento activo contra gravedad de >50% del recorrido articular
3-4	Movimiento activo contra resistencia de <50% del recorrido articular
4	Movimiento activo contra resistencia de >50% del recorrido articular
4-5	Movimiento activo contra una fuerte resistencia con el recorrido articular completo, pero ligeramente más débil que el normal
5	Movimiento completo normal

Tabla XI. Escala Modificada MRC.

FUERZA (kg)			
Nombre del paciente	Medición 1	Medición 2	Medición X...
FLEXIÓN	-	-	-
EXTENSIÓN	-	-	-

Tabla XII. Registro de fuerza marcada por dinamómetro.

5.7 TÉCNICAS A EMPLEAR EN EL TRATAMIENTO FISIOTERÁPICO.



5.7.1 Cinesiterapia.

Se podría definir la cinesiterapia como el conjunto de procedimientos terapéuticos que utilizan el movimiento para el tratamiento y la prevención de enfermedades, sobre todo, del aparato locomotor.¹⁰⁶

En cinesiterapia se tienen en cuenta las principales leyes de la cinesiología, que se define como la ciencia encargada del estudio del movimiento en relación con las fuerzas mecánicas que lo producen. Se ocupa del estudio analítico de las funciones del aparato locomotor y de las alteraciones o cambios que en ellas ocurran.¹⁰⁶

Los objetivos generales de la cinesiterapia son: Mantener y/o aumentar el tónus y la potencia muscular, evitar la retracción de partes blandas articulares y periarticulares, prevenir rigidez en las articulaciones, corregir actitudes viciosas y deformidades, preservar la función muscular, prevenir atrofas, fibrosis y estenosis venosas y/linfáticas.¹⁰⁶

Además, la cinesiterapia también produce una serie de efectos fisiológicos, como por ejemplo¹⁰⁶:

- Si los movimientos son generalizados y de suficiente intensidad, puede aumentar el trabajo cardíaco y el consumo de oxígeno, con una disminución de las resistencias vasculares periféricas, lo cual favorece el intercambio tisular.
- La actividad muscular produce una activación de la termogénesis, generando una elevación de la temperatura.
- Se produce una adaptación circulatoria y respiratoria al ejercicio.
- Sobre los huesos, puede producir una remodelación y/o modificación de la arquitectura ósea gracias a las presiones y fuerzas que actúan sobre el hueso durante las movilizaciones.

- Sobre los músculos, se puede producir una hipertrofia de fibras musculares, incremento de la densidad y viscosidad del sarcolema y del tejido conectivo interfibrilar, aumentando la mioglobina y optimizando la transmisión de la señal nerviosa.
- Sobre las articulaciones, puede generar un estiramiento de la cápsula y ligamentos, produciendo un estímulo de secreción de líquido sinovial, facilitando los movimientos articulares.
- Genera efectos psicológicos positivos.

Dentro de los principios básicos de la cinesiterapia, caben destacar la colocación del sujeto, que debe ser cómoda en todo momento; del terapeuta, la confianza del paciente, el respeto al dolor y la progresión en el tratamiento.¹⁰⁶

Se pueden diferenciar dos tipos principales de cinesiterapia:

- Cinesiterapia activa: es un conjunto de ejercicios, analíticos o globales, realizados por el propio paciente con sus propias fuerzas. A su vez, hay 3 subtipos:
 - Libre: el paciente realiza los movimientos con la gravedad como única resistencia externa.
 - Asistida: el paciente no es capaz de realizar el ejercicio que provoca el movimiento en contra de la gravedad. La ayuda externa que necesite puede ser aportada por el propio paciente (cinesiterapia activa auto-asistida) o por el fisioterapeuta (cinesiterapia activa asistida manual).
 - Resistida: el paciente es capaz de realizar el ejercicio que provoca movimiento contra la gravedad. Esta resistencia extra puede ser aportada por el propio paciente, el fisioterapeuta, o por aparatos u otros medios mecánicos.

INDICACIONES	CONTRAINDICACIONES
<p>Aparato locomotor: atrofas e hipertónías, lesiones de partes blandas (contracturas, roturas, tendinopatías), rigideces articulares, artropatías inflamatorias, artritis reumatoide, artrosis.</p> <p>Amputaciones, discopatías y deformidades de columna vertebral.</p>	<p>Miocardopatías descompensadas, endocarditis aguda, angina de pecho, infarto agudo de miocardio.</p> <p>Hemopatías graves, como la leucemia.</p> <p>Embolismo pulmonar.</p>
<p>Sistema respiratorio: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), enfisema pulmonar y bronquitis crónica.</p>	<p>Anquilosis y artrodesis.</p>
<p>Sistema nervioso: parálisis y parestesias centrales y periféricas.</p>	<p>Fracturas no consolidadas, heridas abiertas.</p>
<p>Sistema cardiovascular: cardiopatías congénitas y vasculares, trasplante cardiaco e hipertensión arterial.</p>	<p>Procesos infecciosos, inflamatorios y tumorales en plena actividad evolutiva.</p>
<p>Secuelas de cirugía torácica o abdominal, profilaxis pre-quirúrgica, preparación al parto, etc.</p>	<p>Si no existe posibilidad de elaboración mental del movimiento, o no hay voluntad de ejecutar el movimiento.</p>

Tabla XIII. Indicaciones y contraindicaciones de la cinesiterapia activa.

- Cinesiterapia pasiva: es el conjunto de técnicas que se aplican sobre las estructuras afectas, sin que el paciente realice ningún tipo de movimiento voluntario de la zona a tratar.
 - Pasivo relajado: se lleva a cabo en articulaciones libres y no existe causa alguna que impide el movimiento.

- Pasivo forzado: donde las articulaciones no están libres por existir adherencias o diferentes patologías o entidades clínicas que impidan el libre movimiento articular.

Además, la cinesiterapia pasiva se puede llevar a cabo de 3 formas diferentes:

- Manual: llevada a cabo por el fisioterapeuta, donde se fija un segmento (proximal o distal) y se moviliza otro. Puede ser también una movilización global donde la articulación se mueve libremente.
- Autopasiva: el paciente realiza el ejercicio ayudándose de un segmento sano o por un sistema instrumental.
- Instrumental: instrumento mecánico, generalmente motorizado, que realiza el movimiento.

INDICACIONES	CONTRAINDICACIONES
Procesos patológicos del aparato locomotor.	Articulación hiperálgica.
Musculares: atrofias musculares, hipotonía, espasmos, contracturas.	Hiperlaxitud cápsulo-ligamentosa.
Articulares: artropatía reumática, periartrosis, rigideces, discopatías, afecciones y deformidades de la columna vertebral.	Hidartrosis, hemartrosis importantes.
Alteraciones del sistema nervioso: como hemiplejias, paraplejias, etc.	Fracturas y lesiones recientes de partes blandas.
Alteraciones cardio-respiratorias: Postoperatorio de afecciones cardíacas.	Artrodesis, procesos infecciosos, inflamatorios o tumorales en plena actividad evolutiva.

Tabla XIV. Indicaciones y contraindicaciones de la cinesiterapia pasiva.

En este proyecto, se utilizarán ambos tipos de cinesiterapia, tanto activa como pasiva. Se evitará la cinesiterapia instrumental, optando por las movilizaciones pasivas, en fases tempranas, que irán evolucionando hacia activo-asistidas, activas libres, y resistidas, a medida que el sujeto vaya ganando rango articular y fuerza.

En fases tempranas, será necesario llevar a cabo movilizaciones pasivas forzadas, sobre todo para conseguir la extensión completa lo antes posible respetando los plazos de asentamiento de la plastia.

Se destinarán los 20 primeros minutos de cada sesión para la cinesiterapia.

5´	Flexiones activas y activo-asistidas hasta tope.
5´	Flexiones pasivas forzadas.
5´	Extensiones activas y activo-asistidas hasta tope.
5´	Extensiones forzadas.

Tabla XV. Organización de la cinesiterapia temprana durante en las sesiones.

Una vez que el paciente adquiera la extensión completa, se reorganizará de la siguiente forma:

10'	Flexiones activas y activo-asistidas hasta tope.
10'	Flexiones pasivas forzadas.

Tabla XVI. Organización de la cinesiterapia en fases más avanzadas durante las sesiones.

5.7.2 Electroterapia.

La electroterapia, por definición, consiste en la aplicación de energía electromagnética al organismo (de diferentes formas) con el fin de producir sobre él reacciones biológicas y fisiológicas, las cuales serán aprovechadas para mejorar los distintos tejidos cuando se encuentran sometidos a una enfermedad o alteraciones metabólicas de las células que componen dichos tejidos.¹⁰⁷ Dicho de otra forma, es una parte de la fisioterapia que comprende el estudio de la aplicación de la electricidad como agente terapéutico.

La ley de Arndt-Schulz, afirma que los estímulos de baja intensidad avivan la actividad vital, los de mediana intensidad la aceleran, los fuertes la inhiben y los fortísimos la eliminan.

El organismo es un conductor de segundo orden, por lo que los iones contenidos en las disoluciones y dispersiones coloidales transmitirán la energía aplicada.¹⁰⁷

Los electrodos son el medio de contacto entre el aparato de electroterapia y el paciente, los hay de diferentes formas y tamaños, en función del tipo de corriente y la superficie de contacto, aunque los más utilizados son los adhesivos.

Para la investigación, se utilizarán corrientes excitomotoras o de electroestimulación.

La corriente eléctrica excita la fibra nerviosa para que se estimule la placa motora muscular y se provoque la contracción del músculo. Hay 4 tipos de estímulos:

- Estímulos infralaminares: sin contracción muscular.
- Estímulos submáximos: contracción muscular poco potente.
- Estímulos máximos: máximo grado de contracción.
- Estímulos supramáximos: lesión muscular.

Los objetivos de la potenciación muscular a través de corrientes eléctricas serán:

- Prevención de la atrofia muscular, y por tanto el mantenimiento de la condición muscular.
- Recuperación de la fuerza y la resistencia muscular.
- Aumentar la fuerza muscular.

Las corrientes que se utilizan para la potenciación son:

- TENS bifásico simétrico.
- Corrientes interferenciales.
- Corrientes rusas.

En este proyecto de investigación, se utilizarán las corrientes de modalidad TENS bifásico simétrico.

Para establecer un adecuado protocolo de aplicación, se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Objetivos a conseguir: Ganancia de masa muscular y tonificación de la musculatura flexora y extensora de la rodilla.
- Explicaciones al paciente: Se le explicará la sensación que le producirá el paso de la corriente, además de hacer un breve repaso de las principales contraindicaciones para conocer si hay algún motivo por el cual no se debe aplicar este tipo de tratamiento en ese paciente.
- Equipo eléctrico: Consta del Compex®, que viene explicado en los apartados inferiores. Se hará entrega de un juego de 4 electrodos para cada sujeto al inicio del tratamiento, que serán de carácter individual e intransferible y que deberán ser cuidados y guardados por el paciente.

- Posición del paciente: Para trabajar la musculatura extensora, se optará por posiciones de decúbito supino o sedestación, y para la musculatura flexora, decúbito prono o sedestación.
- Valoración de la piel a tratar: Como se explicará de forma más extensa en las contraindicaciones, la piel sobre la que se coloquen los electrodos debe estar íntegra y en buenas condiciones.
- Elección, colocación y sujeción de electrodos: Se utilizarán electrodos adhesivos de 5x5cm, que se colocarán preferentemente en los puntos motores musculares y en el punto nervioso de la salida del nervio crural. Son zonas localizadas hacia el tercio medio del vientre muscular, donde se alojan grandes cantidades de unidades neuromusculares. Para el presente proyecto, la electroestimulación se focalizará en la musculatura flexora y extensora de rodilla, principalmente cuádriceps (vasto externo, interno e intermedio y recto anterior) e isquiotibiales (bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso).



Fig 13. Colocación de los electrodos para la musculatura extensora.

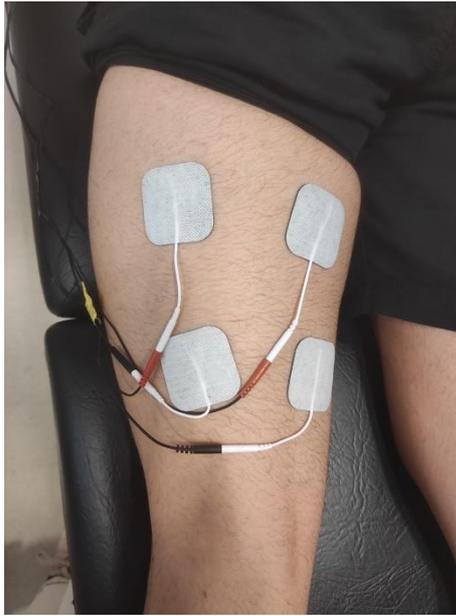


Fig 14. Colocación de los electrodos para la musculatura flexora.

- Selección de parámetros: Para la investigación, se utilizará el Compex© SP 4.0, que incorpora la tecnología MI-SCAN, que escanea el músculo y ajusta de forma automática los parámetros del electroestimulador a la fisiología del sujeto.¹⁰⁸ Aun así, antes de la puesta en marcha del programa, el fisioterapeuta se encargará de que la duración de fase se encuentre entre 200-350 microsegundos (μ s), y que la frecuencia oscile entre 40-50 Hercios (Hz). El programa tendrá un tratamiento mínimo de 20 minutos, de los cuales los 5 primeros serán de calentamiento a frecuencia menor y los últimos 5 de enfriamiento a menor frecuencia que el calentamiento.

	Tiempo	Frecuencia
Calentamiento	5 minutos	5Hz
Programa	10-15 minutos	45Hz
Enfriamiento	5 minutos	3Hz

Tabla XVII. Parámetros de la electroestimulación.

- Dosis – intensidad: Se subirá la intensidad hasta el máximo nivel tolerado, donde se observen contracciones claras, visibles y confortables, respetando la regla del no dolor.

Al finalizar el tratamiento con electroterapia, se valorará la piel del sujeto por si se hubiera producido alguna reacción indeseada.

A los sujetos se les aplicará electroestimulación en cada sesión.

CONTRAINDICACIONES
Presencia de estructuras metálicas
Marcapasos
Alteraciones cardíacas
Procesos tumorales activos
Trastornos circulatorios
Tuberculosis
Procesos febriles
Lesiones o infecciones cutáneas
Aplicación sobre plexo vascular
Epilepsia
Dolor sin diagnosticar
Embarazo
Alteraciones de la sensibilidad
Alteraciones cognitivas
Negativa del paciente

Tabla XVIII. Contraindicaciones de la electroterapia.

5.7.3 Crioterapia.

La crioterapia consiste en la aplicación local o sistémica de frío con finalidad terapéutica. Presenta pocos efectos adversos y es un recurso fácilmente disponible y de bajo coste.¹⁰⁹

Durante la aplicación, se diferencian 4 etapas.¹⁰⁹

- 1ª etapa: durante los primeros minutos de aplicación (1-3min), donde el sujeto experimenta una sensación de frío por la estimulación de los termorreceptores.
- 2ª etapa: entre los 2-7 minutos tras la aplicación, la sensación se convierte en dolor profundo y agudo. La intensidad de dicho dolor parece estar relacionada con la T⁰ (temperatura), por lo que a una menor temperatura se percibe un dolor más rápido e intenso, posteriormente se presenta una sensación quemante o punzante, que al inicio de la etapa aumenta gradualmente y al final se reduce.

El frío puede causar una lesión tisular que estimula las terminaciones nerviosas o las fibras dolorosas. El dolor se debe a la vasoconstricción, la cual está mediada por la estimulación subsecuente de los nociceptores. El momento de aparición del dolor depende de la velocidad de ascenso de la temperatura de la piel, generando una relación inversa entre dolor, T⁰ y velocidad de enfriamiento.
- 3ª etapa: entre los 5-12 minutos, se alcanza una sensación de adormecimiento o anestesia local, producida por una disminución en la conducción de las fibras nerviosas sensoriales. En ese punto, el dolor y espasmo reflejo se inhiben, interrumpiéndose el ciclo dolor-espasmo-dolor.
- 4ª etapa: se alcanza entre los 12-15 minutos, la cual produce una relajación profunda del tejido sin incremento del metabolismo.

Hay diversas modalidades de crioterapia, algunas de ellas son: Inmersión en hielo, paquetes de guisantes, hielo húmedo, paquete de agua y alcohol, paquete de hielo,

paquete de gel, aparatos de frío y masaje con hielo. Las propiedades termodinámicas de estas modalidades producen efectos variados sobre los tejidos a tratar.¹⁰⁹

Para el proyecto, se utilizarán dos paquetes de hielo en forma de gel, para facilitar su adaptación a la forma anterior y posterior de la rodilla. Serán dos bolsas de Queraltó Rapid Relief de 15x26 cm de tamaño.

Se aplicarán dos bolsas de hielo, una en la parte posterior de la rodilla, y otra en la parte anterior, durante los últimos 15 minutos de cada sesión.

CONTRAINDICACIONES
Hipersensibilidad al frío
Fenómeno de Raynaud
Disfunción renal
Hipertensión secundaria
Algunas condiciones reumatoideas y hemoglobinuria

Tabla XIX. Contraindicaciones de la crioterapia.

5.7.4 Tratamiento de las cicatrices.

La piel funciona como una barrera física protectora contra numerosos daños ambientales y es fundamental para mantener la homeostasis. Cualquier perturbación de la piel tiene el potencial de hacer que un paciente sea vulnerable a una serie de afecciones patológicas, como infecciones, pérdida de líquidos y desequilibrio electrolítico. Por lo tanto, el proceso eficiente y completo de cicatrización de heridas es fundamental para su bienestar general.¹¹⁰

La cicatriz cutánea se define como una alteración macroscópica de la estructura y función normal de la piel, originada por la aparición de tejido dérmico fibroso que se desarrolla tras la curación de una herida de origen traumático, quirúrgico, por quemadura o por problemas como el acné o la varicela.¹¹⁰

El proceso de cicatrización fisiológico comprende una serie de etapas que son inflamación, proliferación y maduración, ninguna de estas fases corresponde a un periodo de tiempo definido con precisión, y todas las fases se superponen en cierto grado.¹¹⁰

Existen diversas causas que pueden alterar el proceso de cicatrización normal, alteraciones que, según el caso, reciben diferentes tipos de tratamiento, dentro de los cuales se incluye la fisioterapia.¹¹⁰

Entre los tratamientos aplicados, se encuentra una gran variedad de técnicas, que van desde la aplicación de masoterapia, estiramientos, fortalecimiento, ejercicio físico intenso, inducción miofascial, electroterapia, ondas de choque, ultrasonoforesis, o terapias más novedosas que combinan diferentes tratamientos.¹¹⁰

Se comenzará a realizar trabajo fisioterápico sobre la cicatriz cuando el médico correspondiente dé el visto bueno para quitar las grapas y transmita al equipo de fisioterapeutas que la cicatriz se encuentra en estado óptimo para ser tratada. Se

utilizarán únicamente técnicas de masoterapia, como son las movilizaciones longitudinales y transversales de la cicatriz en todo su recorrido.



Fig 15. Movilizaciones longitudinales de la cicatriz.



Fig 16. Movilizaciones transversales de la cicatriz.

Se destinarán los 5 primeros minutos de cada sesión a:

1´	Movilizaciones longitudinales
1´	Movilizaciones transversales
1´	Movilizaciones longitudinales
1´	Movilizaciones transversales
1´	Golpeteos sobre la cicatriz con el pulpejo de los dedos para trabajar sensibilidad táctil

Tabla XX. Distribución del tratamiento de la cicatriz.

Se utilizará para todos la misma crema ISDIN© Cicapost Crema Cicatrizante con rosa mosqueta.

5.8 PUNCIÓN SECA

El síndrome de dolor miofascial es una condición dolorosa de un punto gatillo Miofascial (PGM) localizado en los músculos esqueléticos.¹¹¹ Se trata de un desorden no-inflamatorio asociado a dolor y a rigidez muscular, caracterizado por la presencia de nódulos en las fibras musculares esqueléticas, denominados puntos gatillo miofasciales.¹¹²

Puede ocurrir de forma aislada o en combinación con otros fenómenos que desencadenen dolor.¹¹¹

El PGM es el responsable de los síntomas clínicos del síndrome de dolor miofascial.

Traumatismos, sobrecargas musculares, estrés psicológico y patología sistémica, pueden dar pie al desarrollo de una o varias bandas palpables en los músculos donde a su vez pueden desarrollarse los puntos gatillo miofasciales.¹¹²

Un PGM activo, puede espontáneamente resolverse, puede volver a un estado latente, o persistir como entidad clínica aislada sin progresión.¹¹²

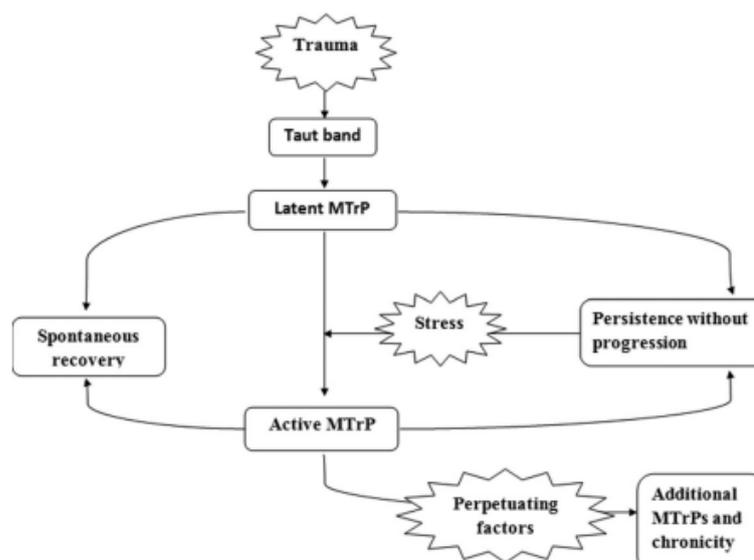


Fig 17. Etiología de los puntos gatillo miofasciales.¹¹²

Los 4 criterios principales que se utilizan para reconocer la entidad diagnóstica y realizar un adecuado diagnóstico diferencial son: ¹¹³

- Localización del punto en una banda tensa de un músculo esquelético.
- Reconocimiento del dolor por parte del paciente.
- Patrón de dolor referido reconocible por el paciente.
- Respuesta de espasmo muscular local.

La punción seca crea un efecto analgésico en la musculatura en torno al PGM a través del descenso de la inhibición del sistema nervioso central. ¹¹⁴

Se estimulan las fibras nerviosas alfa-delta, lo que facilita la liberación de endorfinas y encefalinas endógenas. Esto conlleva un aumento en los umbrales de dolor y disminución del tono muscular. ^{114,115}

Los efectos analgésicos de la punción seca están asociados al aumento del riego sanguíneo y cambios a nivel bioquímico en torno al área de tratamiento. ¹¹⁶

Srbely et al ¹¹⁷, demostraron que la punción seca reduce el dolor miofascial a acorto plazo, a través de la activación de las fibras mielinizadas del PGM.

Las inyecciones sobre PGM fueron propuestas por Travell y Simons ¹¹⁸, que fueron los pioneros en introducir el concepto de puntos gatillo miofasciales en la comunidad médica. El uso más amplio de la punción seca llegaría tras la publicación de Lewitt ¹¹⁹.

Varios ensayos clínicos aleatorizados y una revisión sistemática, hallaron que no había diferencia entre las inyecciones de diferentes sustancias y la punción seca actual para el tratamiento de puntos gatillo miofasciales. ¹²⁰⁻¹²³

La técnica consiste en la punción del punto gatillo miofascial a través de una aguja de punción. La técnica es más efectiva cuando se consiguen espasmos musculares ¹²³, debido a la rápida despolarización de las fibras musculares involucradas ¹²⁴. Cuando el

músculo deja de sufrir espasmos con la entrada y salida de la aguja, la actividad eléctrica y la disfunción muscular descienden drásticamente.¹²⁵

Dentro de la propia técnica, se pueden diferenciar dos métodos diferentes. La punción seca superficial y la punción seca profunda.

La punción seca superficial, consiste en introducir la aguja de punción en el tejido inmediatamente superior al punto gatillo Miofascial¹²⁵. Esta técnica fue fundada por Baldry, que recomendaba introducir la aguja entre 5-10 milímetros durante 30 segundos. Ya que la aguja no necesariamente ha de llegar al punto gatillo, no se espera que se produzcan espasmos musculares.

Si queda algún dolor residual tras la ejecución de la técnica, se volverá a realizar la punción otros 2 o 3 minutos.

Baldry¹²⁷ defendía su uso frente a la punción seca profunda exponiendo que es una técnica muy sencilla de realizar, es indolora, y el riesgo de lesionar nervios, vasos sanguíneos u otras estructuras es mínimo. Además, la incidencia del dolor post-punción es baja.

Macdonald et al¹²⁸, halló en su estudio que la punción seca superficial es bastante más efectiva que el placebo en la reducción del dolor.

Naslund et al¹²⁹, compararon el efecto de la punción seca superficial y profunda, en un grupo de pacientes con dolor anterior de rodilla de carácter idiopático. No hallaron diferencias significativas entre ambos métodos, pese a que ambos grupos de control vieron reducido el dolor a corto y medio plazo, entre 3 y 6 meses.

En cuanto a los efectos adversos de la punción seca, se encuentran: Dolor post-punción, hemorragias locales en la zona de punción, y respuestas vasovagales^{129,130}.

En conclusión, Kalichman et al ¹²⁵, hallaron que la modalidad profunda es más efectiva que la superficial en el tratamiento de dolor asociado a puntos gatillo miofasciales. Sin embargo, en áreas de riesgo potencial de efectos adversos, como la zona de los pulmones o zonas con grandes vasos sanguíneos, se sugiere el uso de punción seca superficial. ¹²⁵

Para llevar a cabo la punción seca, será importante identificar a los pacientes apropiados para llevar a cabo la técnica. ¹³²

La punción seca no debería llevarse a cabo sobre pacientes:

- Con fobia a las agujas.
- Pacientes reacios a la técnica.
- Pacientes incapaces o reacios a otorgar el consentimiento informado.
- Paciente con antecedentes de reacciones anormales a las agujas.
- En situaciones de emergencias médicas.
- Pacientes con tratamiento de anticoagulantes, o con trombocitopenia.
- En una región corporal con linfedema. ¹³³⁻¹³⁵

El paciente deberá colocarse en una posición lo más relajada posible para que los músculos estén expuestos y accesibles. Por ejemplo, decúbito supino, prono y lateral, pudiéndose utilizar cojines y almohadas para conseguir la posición más adecuada para el profesional y para el paciente. La postura de sedestación no está recomendada debido al riesgo de síncope. ¹³²

Lo ideal sería que el fisioterapeuta viera en todo momento la cara del paciente, para obtener un feedback constante del paciente durante el desarrollo de la técnica. ¹³²

La normativa de cuidado de los Estados Unidos ¹³⁶ recomienda preparar la piel con alcohol 70% antes de la punción. Además, el fisioterapeuta deberá llevar guantes durante toda la intervención.

El punto gatillo será localizado a través de la palpación, pudiéndose utilizar diferentes técnicas, como la presión perpendicular o con palpación plana. ¹³²

Se utilizará un aguja de calidad, estéril y desechable que se insertará directamente a través de la piel o utilizando un tubo de guía que posteriormente se retirará. ¹³²



Fig. 18. Punción seca sobre músculo trapecio. ¹³³

La profundidad de la penetración de la aguja debe ser la suficiente para alcanzar el PGM. Una vez que la aguja atraviesa la piel y llega al músculo, las técnicas pueden variar. El fisioterapeuta puede realizar entradas lentas, mantenidas, repetidas dentro y fuera del músculo, o puede dejar la aguja sin movimiento in situ, o puede rotarla. ¹³³

Baldry⁹³ recomienda dejar la aguja quieta durante 30-60 segundos para pacientes con respuesta muscular promedia, y entre 2-3 minutos para pacientes que muestran respuesta débil. Pese a que no hay consenso acerca de qué técnica es la ideal, la opinión del autor es que la punción seca dinámica obtiene mejor resultados que la punción estática (sin estimulación eléctrica intramuscular) en la mayoría de los casos.

Independientemente de la técnica empleada, la intensidad del tratamiento debe ajustarse a la tolerancia del paciente y a su patología. Tras la retirada de la aguja, el tejido debe

comprimirse entre 30-60 segundos con algodón en caso de haber algún tipo de sangrado. Esto ayudará a garantizar una hemostasia adecuada.¹³³

Hay diferentes calibres y longitudes en las agujas de punción. Una aguja de 0,30 x 50mm es apropiada para la mayoría de los músculos. 0,30 se corresponde con el calibre o diámetro de la aguja y 50 a la longitud. 0,30x60mm es la medida utilizada generalmente para el cuadrado lumbar, y 0,30 x 75mm para el psoas iliaco u otros músculos de profundidad similar. Calibres menores se utilizan para tejidos más pequeños, por ejemplo, agujas de 0,20 x 25mm se utilizan para el antebrazo; 0,14 x 25mm para la cara/cabeza; y 0,12 x 25mm para las manos y/o pies.¹³²



Fig. 19. Agujas de punción de diferentes medidas.¹³²

5.9 DESARROLLO DE LA PUNCIÓN SECA EN EL GRUPO INTERVENCIÓN.

La técnica fue desarrollada inicialmente por Travel y Simons, que fueron los primeros en introducir el concepto de PGM en la comunidad médica, que posteriormente ampliado tras las publicaciones de Lewitt.

Tras diversas investigaciones, no se encontró diferencias significativas entre las inyecciones de diferentes sustancias y la punción seca como se conoce actualmente para el tratamiento de PGM.

La técnica consiste en la punción del punto gatillo miofascial a través de una aguja de punción. La técnica es más efectiva cuando se consiguen espasmos musculares ¹²³, debido a la rápida despolarización de las fibras musculares involucradas¹²⁴. Cuando el músculo deja de sufrir espasmos con la entrada y salida de la aguja, la actividad eléctrica y la disfunción muscular descienden drásticamente. ¹²⁶

Es importante, que en todo momento el sujeto se encuentre en una posición relajada. Idealmente, el profesional debería ser capaz de ver la cara del paciente durante toda la intervención, para recibir feedback de cómo aguanta el tratamiento.

Además, al tratarse de una técnica invasiva, deben guardarse estrictas medidas sanitarias, como la desinfección del área de punción con alcohol 70%, y el uso de guantes durante toda la intervención.

El PGM se localizará a través de la palpación. La aguja utilizada, será de calidad, estéril y desechable y se insertará directamente a través de la piel o utilizando un tubo de guía que posteriormente se retirará.

La profundidad de entrada de la aguja será la necesaria para alcanzar el PGM.

La técnica que se va a utilizar para este proyecto, será la punción seca profunda, es decir, la aguja llegará al PGM. Una vez localizado el punto, se harán tantas entradas y

salidas como sean necesarias hasta que dejen de observarse espasmos musculares. Se realizará la técnica los lunes sobre los PGM de la musculatura flexora de rodilla, y los viernes para los PGM de la musculatura extensora. Se realizará sobre 1 PGM de cada músculo. En el caso de ser la musculatura flexora, 1 sobre el bíceps femoral, 1 sobre el semitendinoso y otro sobre el semimembranoso.

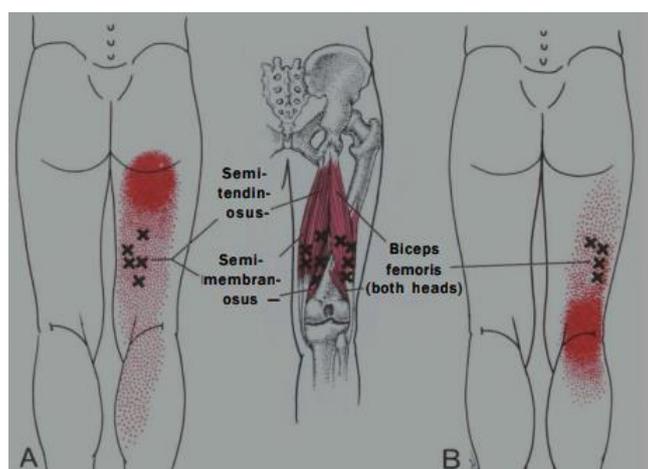


Fig 20. PGM de la musculatura flexora de rodilla.¹³⁸

En el caso de ser sobre la musculatura extensora, 1 sobre el vasto externo, 1 sobre el vasto interno, y otro sobre el vasto intermedio. En el caso de no localizar PGM en alguno de los músculos previamente descritos, se realizarán dos puntos en el mismo. Cada día de punción, se deben hacer 3.

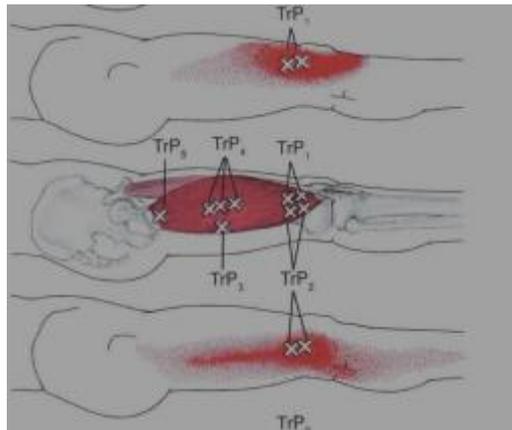


Fig 21. PGM de la musculatura extensora de la rodilla, vasto lateral.¹³⁸

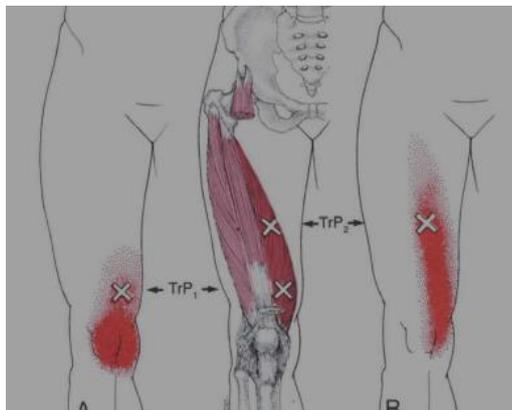


Fig 22. PGM de la musculatura extensora de la rodilla, vasto medial.¹³⁸

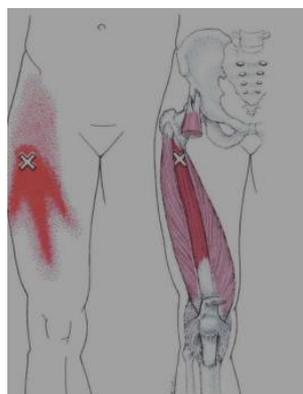


Fig 23. PGM de la musculatura extensora de la rodilla, vasto intermedio.¹³⁸

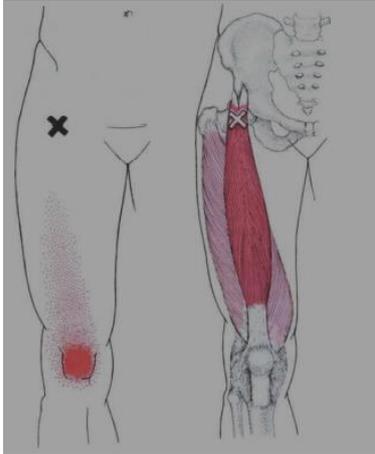


Fig 24. PGM de la musculatura extensora de la rodilla, recto anterior.¹³⁸

Se utilizarán agujas de 0,30x50mm en general, salvo si algún sujeto presentase una masa muscular mayor, que se utilizaría una 0,30x75mm.

5.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para realizar el análisis estadístico posterior al estudio se hará uso del programa estadístico SPSS de IBM® v.27. Un resultado será considerado como significativo desde el punto de vista estadístico cuando no existe la posibilidad de que se haya producido debido al azar. En todos los análisis realizados se considerará estadísticamente significativo un valor de $p < 0,05$. Este valor se corresponde con el mínimo exigido a nivel universal para los estudios de las ciencias de la salud. Este valor supone que el resultado del estudio se cumpliría en el 95% de los casos.

En el presente estudio, para la variable dependiente DOLOR (EVA / Walco-Howite):

Hipótesis Nula	Valores de escala EVA y escala Walco-Howite iguales para el grupo control (C) y grupo intervención (I).
Hipótesis de investigación	Valores de escala EVA y escala Walco-Howite diferentes para el grupo control (C) y grupo intervención (I).

Tabla XXI. Hipótesis nula [H_0] e Hipótesis de investigación [H_1] para la variable dependiente dolor.

Para la variable dependiente RANGO ARTICULAR/ Rank of movement (ROM):

Hipótesis Nula	Valores de rango articular iguales para el grupo control (C) y grupo intervención (I).
Hipótesis de investigación	Valores de rango articular diferentes para el grupo control (C) y grupo intervención (I).

Tabla XXII. Hipótesis nula [H_0] e Hipótesis de investigación [H_1] para la variable dependiente articular.

Para la variable dependiente FUERZA MUSCULAR:

Hipótesis Nula	Valores de fuerza iguales para el grupo control (C) y grupo intervención (I).
Hipótesis de investigación	Valores de fuerza diferentes para el grupo control (C) y grupo intervención (I).

Tabla XXIII. Hipótesis nula [H_0] e Hipótesis de investigación [H_1] para la variable dependiente fuerza muscular.

El nivel de significación de un test es un concepto asociado a la verificación de una hipótesis, es la probabilidad de decidir rechazar la hipótesis nula cuando esta es verdadera, que se conoce como error tipo I o falso positivo. Para tomar la decisión, se compara el p-valor con el nivel de significación, si el primero es inferior al segundo, la hipótesis nula es rechazada. Cuanto más bajo es el p-valor, más significativo es el resultado.

El nivel de significación (α), suele tomar valores de 0,001; 0,01 o 0,05. Si un contraste de hipótesis ofrece un p-valor inferior a α , se obtiene un resultado estadísticamente significativo, y por tanto se rechaza la hipótesis nula.

Cuanto menor es el nivel de significación, mayor peso tendrá la evidencia de que un hecho o una hipótesis no se producen al azar. Por lo tanto, valores más pequeños del nivel de significación, hacen correr más riesgos de equivocarse al aceptar una hipótesis nula falsa (error tipo II o falso negativo), perdiendo consecuentemente potencia el estudio.

Se utilizará la prueba T de Student para muestras dependientes, que dictamina si existe diferencia entre las medias de las variables dependientes de un grupo que sigue una distribución normal y que ha sido evaluado tres veces. En este caso, se estudiarán las variables dependientes de dolor, rango articular y fuerza muscular, antes de comenzar el tratamiento de fisioterapia, a mitad del protocolo, en la sesión número 18, y al finalizar la intervención en la sesión 36 de cada individuo.

De esta forma se podrá averiguar si existen diferencias significativas entre grupo control y grupo intervención y en qué momento exacto del estudio se alcanza mayor significación estadística.

Para las variables continuas u ordinales, se utilizará la prueba U de Mann-Whitney.

5.11 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Una vez sean analizados los resultados a nivel estadístico, se realizará una evaluación comparativa entre los datos recogidos antes de comenzar la intervención, a lo largo de la intervención, cada dos semanas, y al finalizar la intervención en la sesión 36.

Al comparar estos datos de inicio, con los intermedios y el final, se podrá averiguar las diferencias para cada una de las variables entre el grupo control y el grupo intervención. Para el estudio y comparativa de las diferentes variables dependientes se utilizan diversos conceptos estadísticos.

La media, es el valor promedio de un conjunto de datos numéricos, calculada como la suma del conjunto de valores dividida entre el número total de valores. La forma más conocida de calcular la media y la que se utilizará en este estudio es la media aritmética.¹⁶⁹

$$\text{Media aritmética} = \frac{\sum_1^N x_i}{N} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n}{N}$$

Fig 25. Fórmula de la media aritmética.¹³⁹

La mediana es un estadístico de posición central que parte la distribución en dos, es decir, deja la misma cantidad de valores a un lado que a otro. Para su cálculo, resulta importante que los datos estén ordenados, de mayor a menor o viceversa.¹⁴⁰

- Cuando el número de observaciones es par:

$$\text{Mediana} = (n+1) / 2 \rightarrow \text{Media de las observaciones}$$

- Cuando el número de observaciones es impar:

$$\text{Mediana} = (n+1) / 2 \rightarrow \text{Valor de la observación}$$

Fig 26. Fórmula de la mediana.¹⁴⁰

La desviación estándar o desviación típica es una medida que ofrece información sobre la dispersión media de una variable. La desviación estándar siempre es igual o mayor que cero.¹⁴¹

La forma más común de calcular la desviación típica, es elevando al cuadrado las desviaciones, dividir entre el número total de observaciones y por último hacer la raíz cuadrada para deshacer el elevado al cuadrado.¹⁴¹

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

Fig 27. Fórmula de la desviación típica.¹⁴¹

- Evolución de la variable dependiente “Dolor”:

Se utilizarán la escala visual analógica y la escala de Walco-Howite en todas y cada una de las evaluaciones, y con ambos valores se obtendrá un valor final resultante de la media de ambos. De esta forma, saldrá un valor medio y una mediana antes de comenzar el proyecto que se compararán con la media y la desviación típica de los valores que se obtienen en las mediciones dentro del tratamiento fisioterápico y en la

última sesión. Con estos datos, se podrá valorar de forma objetiva si ha habido cambios en el dolor del paciente y cómo ha evolucionado el dolor durante el tratamiento.

- Evolución del rango articular:

Para la evaluación del rango articular, se utilizará un goniómetro convencional, y se tomarán las mismas referencias para todos los sujetos. Uno de los brazos móviles apuntará hacia trocánter mayor, y el otro brazo móvil hacia el maléolo externo. El fulcro se colocará en la cara externa de la rodilla, a nivel de la interlínea articular, por encima de la cabeza del peroné.

Se medirán los rangos articulares activo y pasivo tanto antes de comenzar la intervención, como cada dos semanas a lo largo de toda la intervención y en la última sesión.

Al igual que con la variable de dolor, se obtendrá un valor medio y una mediana antes de comenzar el proyecto, que se compararán con los valores obtenidos de la media y la desviación típica obtenidos en las evaluaciones inter-tratamiento y en la última sesión. Con estos datos, se podrá valorar de forma objetiva si ha habido cambios en el rango articular del paciente, y cómo ha evolucionado esta variable a lo largo del tratamiento fisioterápico.

- Evolución de la fuerza:

Para la evaluación de la fuerza, se utilizará un dinamómetro Recovery tropp[®], modelo activforce. Se registrarán las fuerzas isométrica de la musculatura flexora y extensora a 0° (180°) y 45°. Se tomarán las mediciones antes de comenzar la intervención, durante la intervención en las mediciones realizadas por el tercer fisioterapeuta cada dos semanas, y en la última sesión número 36. De esta forma, se registrarán los valores necesarios para calcular la media y una mediana de fuerza muscular antes de la intervención, así como una media y una desviación típica durante el tratamiento al final de la intervención,

de forma que se puedan registrar objetivamente los cambios en la fuerza muscular de los individuos.

Posteriormente, se compararán los efectos y la evolución de los sujetos sometidos al grupo control y al grupo intervención. Si los valores obtenidos no reflejan una tendencia significativa, se podrá estimar la tendencia. Por el contrario, si existe una diferencia significativa, podemos analizar si es más eficaz el tratamiento convencional o el tratamiento convencional más punción seca para la rehabilitación del LCA en futbolistas.

Aparte, se tendrán en cuenta las variables independientes (edad/sexo/rotura de LCA/practica de fútbol a nivel profesional/Intervención o realizar tratamiento convencional). Aunque no se pueden observar en ellas una relación directa con el tratamiento, si podrán influir de forma directa con él, influyendo en el éxito o fracaso o mayor o menor efectividad.

Además, en el caso de que la hipótesis generada en el estudio no se vea respaldada por los resultados, será posible analizar si alguna de las variables es confusora.

5.12 SEGOS Y LIMITACIONES.

- Efecto placebo, el paciente podría referir mejoría por el simple hecho de ser tratado.
- Inexperiencia del investigador, pudiendo verse alteradas las mediciones y el desarrollo del estudio.
- Evolución natural de la patología. Dependiendo del paciente, el desarrollo de la rodilla sometida a la reconstrucción del LCA puede evolucionar de forma natural hacia la mejoría o al empeoramiento.
- Coexistencia de otras enfermedades que puedan influir en los valores finales de las distintas variables.
- La toma de distintos medicamentos que puedan influir en la evolución del paciente así como en los valores iniciales y finales de las distintas variables.
- Actuación del paciente fuera de las sesiones, no se pueden controlar las actividades que realizan fuera de la sala de fisioterapia.
- Falta de adherencia al tratamiento por parte del paciente que no ha sido detectada en la anamnesis y/o poca o nula colaboración durante el tratamiento.
- Sesgo de apreciación de la realidad a la hora de aplicar las escalas e incluso por parte del paciente a la hora de manifestar sus sensaciones.
- Sesgo de percepción, con diferencia de aplicación de las escalas de medición por parte del fisioterapeuta investigador y de los tratamientos por parte de los fisioterapeutas.

6. ASPECTOS ÉTICOS Y LEGALES.

Para el presente proyecto de investigación, se garantizará que el paciente ha escuchado y comprendido la información que se le dará en las primeras citas. Esto quedará registrado a través del consentimiento informado (Anexo I y II), que será explicado de forma clara y comprensible, siguiendo las obligaciones profesionales de información técnica, estadística y administrativa del artículo 23 de la Ley básica de autonomía (LBA) por el médico en la primera revisión y que deberá traer firmado y completado a la primera sesión de fisioterapia. El paciente será informado de la finalidad, naturaleza, riesgos y consecuencias de la intervención. El consentimiento informado recogerá el procedimiento de aplicación y los riesgos de forma detallada y extensa.

Se respetará la LBA, ley básica reguladora de autonomía del paciente y de los derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. Así como la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal, aprobada en 1999, que recoge cómo tratar la información de carácter personal. La historia clínica y fisioterápica seguirá los principios de la LBA, Ley 41/2002 aprobada el 14 de noviembre. (Anexo V)

El consentimiento irá acompañado de una hoja de información acerca del proyecto de investigación. (Anexo III)

En cuanto a los derechos de los pacientes, se seguirá la Ley General de Sanidad (LGS) aprobada en 2002.

Este proyecto se llevará a cabo respetando los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos aprobados por la Asociación Médica Mundial en la declaración de Helsinki de 2013 (Anexo IV). De la misma manera, será analizado y aprobado como el Comité de Ética de la Investigación Clínica del Gobierno del Principado de Asturias (Anexo VI).

7. CRONOGRAMA.

Este estudio se desarrollará entre los meses de marzo de 2022, donde comenzará el diseño del mismo, y junio de 2024, donde se emitirá el informe final de la investigación.

Tras finalizar el diseño del estudio, en junio de 2022, tendrá lugar la elaboración de las hojas de recogida de datos y la preparación de las escalas y cuestionarios de medición; consiguientemente, a lo largo de los meses junio y julio se procederá a la recopilación de los permisos, y la presentación y aceptación del estudio por la RFFPA y el Comité de ética e Investigación Clínica del Gobierno del Principado de Asturias.

Será necesaria la instrucción y preparación de los médicos encargados de diagnosticar la rotura de LCA en los pacientes y distribuirlos aleatoriamente a uno de los dos grupos, y de los fisioterapeutas encargados de ejecutar las sesiones de fisioterapia; se llevará a cabo entre los meses de junio y julio de 2022.

La captación de sujetos comenzará al mismo tiempo que comienza la pretemporada de la liga 2022/2023 de los equipos pertenecientes a la RFFPA, en agosto de 2022, y se prolongará hasta el final de la temporada 2023/2024, en junio de 2023. Así, cumpliremos con el tamaño muestral propuesto de 56 pacientes.

La intervención, se llevará a cabo durante estos meses, y otros seis meses adicionales, es decir, desde julio de 2022, hasta diciembre de 2023.

Posteriormente, se trabajará en la recopilación y análisis de los datos entre los meses de enero y marzo de 2024, finalizando con la elaboración y posterior emisión del informe final en los meses de abril y mayo de 2024.

	2022										2023							2024							
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENERO-MAYO	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	
Diseño del estudio, redacción del protocolo de intervención y elaboración de las hojas de recogida de datos																									
Revisión y preparación de las escalas y cuestionarios de medición																									
Recopilación de los permisos, presentación y aceptación por el Comité de Ética e Investigación Clínica del Gobierno del Principado de Asturias y la RFFPA.																									
Instrucción y preparación de los fisioterapeutas y médicos investigadores																									
Captación de los sujetos																									
Desarrollo de la intervención																									
Recopilación y análisis de los datos obtenidos en el estudio																									
Elaboración y emisión del informe final de la investigación																									

Tabla XXIV. Cronograma del estudio.

8. RECURSOS Y PRESUPUESTO.

8.1 RECURSOS HUMANOS.

Para llevar a cabo el proyecto de investigación, a nivel humano, será necesario la participación de un equipo multidisciplinar integrado por:

- Médicos traumatólogos, que serán los encargados de recibir a los pacientes en la primera consulta tras la reconstrucción del LCA, y la captación de los que cumplan los criterios de selección y acepten voluntariamente la participación en el proyecto.
- Fisioterapeutas contratados en la federación, junto con el tercer fisioterapeuta (investigador principal y firmante del proyecto). Los primeros serán los encargados de realizar los tratamientos correspondientes al grupo intervención y al grupo control, de forma independiente. Estos dos profesionales son los que trabajan a diario en la RFFPA, por lo que no sería necesario contratarlos para el estudio. El tercer fisioterapeuta, se encargará de diseñar el estudio, tomar las diferentes mediciones para su estudio a los grupos control e intervención, así como de la recolección de datos y su posterior interpretación para la obtención de los resultados y conclusiones. El tercer fisioterapeuta será el investigador principal.

Aparte del equipo formado por fisioterapeutas y médicos que serán los que tengan un trato directo a nivel clínico con los pacientes, colaborarán auxiliares de enfermería, administrativos y personal de enfermería. Sólo se tendrán en cuenta en este apartado los que intervengan de forma directa en el proyecto de investigación, es decir, personal médico y fisioterápico.

Ni médicos ni fisioterapeutas se verán beneficiados económicamente por llevar a cabo el proyecto, se realizará de forma voluntaria. Pese a ello, se integrará

en el presupuesto de la intervención, por si se quisiese reproducir el estudio de manera privada o con intención de obtener becas de investigación.

Se presupuestará el gasto como 20€/hora para los médicos y 15€/hora para los fisioterapeutas.

8.2 RECURSOS MATERIALES.

El proyecto se llevará a cabo en su totalidad en las instalaciones de la RFFPA ubicadas en la ciudad de Gijón. Para solicitar su colaboración, el investigador principal enviará antes del comienzo de la intervención una carta de presentación que finalizará con una petición de colaboración para la presente investigación (Anexo VII). Todos los profesionales que participen de forma activa en la investigación tendrán a su disposición todo el material que sea estrictamente necesario para el desarrollo de la misma.

La propia RFFPA, en caso de aceptar la solicitud de colaboración, será la encargada del pago del alquiler de los locales y sus gastos (luz, limpieza, agua, calefacción, aire acondicionado, etc.) así como el pago del salario de los médicos y fisioterapeutas colaboradores en el proyecto.

Además, dentro de la propia clínica o sala que la RFFPA utilice para el desarrollo de las intervenciones fisioterápicas, se deben tener en cuenta el coste del mobiliario terapéutico (camillas, sillas, etc) así como de equipos informáticos y material para el desarrollo de los tratamientos.

Será necesaria la compra de los siguientes materiales: En cuanto al material de oficina (bolígrafos, rotuladores, hojas en blanco dinA4, carpetas, archivadores, corrector) e imprimir consentimientos informados de sobra en caso de que se extravíe alguno. Deberá asumirse el coste de la suscripción del programa estadístico SPSS© y del Microsoft Office© 2021.

En cuanto a material fisioterápico, se deberán comprar: papel de camilla, gel hidroalcohólico, Sanytol© limpiador desinfectante multiusos en pistola, mascarillas quirúrgicas para pacientes y mascarillas FFP2 para profesionales, alcohol 70%, agujas de punción seca, goniómetros, electroestimulador y

electrodos, dinamómetro, guantes de nitrilo, crema para cicatrices, bolsas de frío y esparadrapo para fijar las bolsas de hielo.

Deben tenerse en cuenta los gastos de la publicación del estudio y de su traducción.

8.3 PRESUPUESTO.

La compra del material descrito en el apartado anterior será asumida por el investigador principal. La RFFPA asumirá los pagos a los profesionales contratados y los gastos de la clínica según convenio.

Las horas estimadas de trabajo de los fisioterapeutas, serán 8 horas al día por 3 días a la semana desde agosto de 2022 hasta diciembre de 2023, ambos incluidos. 17 meses, a una media de 4 semanas por mes, serán 12 intervenciones al mes. 204 días de trabajo, por 8 horas cada uno, un total aproximado de 1632 horas.

Los médicos traumatólogos trabajarán durante la captación de sujetos, entre agosto de 2022 hasta junio de 2023, ambos incluidos. Trabajarán para la RFFPA los martes y jueves 4 horas por la mañana.

RECURSOS	COSTE
RECURSOS HUMANOS	
Contrato fisioterapeutas (15€/hora) x 100 horas x 2 fisioterapeutas.	3.000€
Contrato médicos traumatólogos (20€/hora) x 20 horas x 2 médicos.	800€
Contrato investigador principal. (15€/hora) x 400 horas	6.000€
COSTE ASUMIDO POR EL INVESTIGADOR PRINCIPAL	6.000€
COSTE ASUMIDO POR LA RFFPA	3.800€

RECURSOS MATERIALES	
Alquiler del local, gastos (luz, agua, calefacción, limpieza, ordenadores)	5.100€
Camillas hidráulicas x 4	2000€
Material de oficina, hojas, bolígrafos, archivadores, corrector.	60€
Copias de los consentimientos informados	15€
Papel de camilla y manos	100€
Sanytol en spray 750mL x 10	25€
Sanytol gel hidroalcohólico de manos 500mL x 10	75€
Mascarillas quirúrgicas lote 400	36€
Mascarillas FFP2 5 unidades x 100	125€
Guantes de nitrilo sin polvo talla M 100 unidades x 3	16€
Guantes de nitrilo sin polvo talla L 100 unidades x 3	16€
Alcohol 70% 1000mL x 10	15€
Algodón sanitario x 20	110€
Agujas de punción 0,30 x 75mm marca agu-punt x 20 (caja)	168€
Agujas de punción 0,30 x 50mm marca agu-punt x 20 (caja)	180€
Compex 4.0 electroestimulador	600€
ISIDIN crema cicatrices 50 gramos x 10 unidades	126€
Bolsa de 4 electrodos+ 1 cable SNAP x 50 unidades	550€
Bolsas de frío x 20 unidades	160€
Suscripción anual programa estadístico IBM SPSS®	475€
Publicación y traducción del estudio	1650€
COSTE ASUMIDO POR EL INVESTIGADOR PRINCIPAL = 4.402€	
COSTE ASUMIDO POR LA RFFPA= 7.200€	
COSTE TOTAL DEL ESTUDIO= 11.602€	

Tabla XXV. Presupuestos y gastos del estudio.

9. BIBLIOGRAFÍA.

1. García – Porrero, JA; Hurlé JM. Anatomía Humana. 1ª ed. España: Mcgraw-Hill; 2005. p. 294-306.
2. Rouvière H; Delmas A. Anatomía Humana descriptiva, topográfica y funcional. Vol 3. 11ª ed. Barcelona, España. 372.
3. A. I. Kapandji. Fisiología articular. Vol 2. 5ªed: Editorial Panamericana. 74-122.
4. Hainaut K. Introducción a la biomecánica. España: Ed. Jims. 2011. 38-41.
5. Clavelillas Delgado, R; Manual Didáctico de reglas de fútbol. 1ª ed. España: Ed. Paidotribo; 2010.
6. Colaboradores de Wikipedia. Fútbol [Internet]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2022 [citado 15 de junio 2022]. Disponible en <<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%BAtbol&oldid=144435274>>.
7. Bueno Álvarez, J.A, Mateo; M.A. Historia del Fútbol: Madrid, España:Ed. EDAF; 2010.
8. López-Valenciano A, Ruiz Perez I, García Gómez A, Vera-García FJ, et al. Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 2020; 54(12):711-718.
9. Bisciotti GN, Chamari K, Cena E, et al. Anterior cruciate ligament injury risk factors in football. J Sports Med Phys Fitness. 2019;59(10):1724-1738.
10. Bengtsson, H., Ekstrand, J., & Hägglund, M. (2013). Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. British journal of sports medicine, 47(12), 743–747.
11. Sadigursky, D., Braid, J.A., De Lira, D.N.L. et al. The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review. BMC Sports Sci Med Rehabil 9, 18 (2017).

12. Grassi, A., Macchiarola, L., Filippini, M., Lucidi, G. A., Della Villa, F., & Zaffagnini, S. (2020). Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injury in Italian First Division Soccer Players. *Sports health*, 12(3), 279–288.
13. Schiffner E, et al, Anterior cruciate ligament ruptures in German elite soccer players: Epidemiology, mechanisms, and return to play. *Knee*. 2018;25(2):219-225.
14. Waldén M, Krosshaug T, Bjørneboe J, Andersen TE, Faul O, Hägglund M. Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *Br J Sports Med*. 2015;49(22):1452-1460.
15. Brophy, R. H., Stepan, J. G., Silvers, H. J., & Mandelbaum, B. R. (2015). Defending Puts the Anterior Cruciate Ligament at Risk During Soccer: A Gender-Based Analysis. *Sports health*, 7(3), 244–249.
16. Larwa J, Stoy C, Chafetz RS, Boniello M, Franklin C. Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(7):3826.
17. Alahmad TA, Kearney P, Cahalan R. Injury in elite women's soccer: a systematic review. *Phys Sportsmed*. 2020;48(3):259-265.
18. Nilstad, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Holme, I., & Steffen, K. (2014). Risk factors for lower extremity injuries in elite female soccer players. *The American journal of sports medicine*, 42(4), 940–948.
19. Chuter, V. H., & Janse de Jonge, X. A. (2012). Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature. *Gait & posture*, 36(1), 7–15.
20. Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, St Pierre P, Taylor DC. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a

- prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med* 2003;31:831–42.
21. Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ, Kaufman KR. Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study. *Am J Sports Med* 1994;22:632–44.
 22. Boguszewski DV, Cheung EC, Joshi NB, Markolf KL, McAllister DR. Male-Female Differences in Knee Laxity and Stiffness: A Cadaveric Study. *Am J Sports Med*. 2015;43(12):2982-2987.
 23. Korthaus A, Krause M, Pagenstert G, et al. Tibial slope in the posterolateral quadrant with and without ACL injury. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021.
 24. Myer GD, Heidt RS, Waits C, Finck S, Stanfield D, Posthumus M, et al. Sex comparison of familial predisposition to anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22:387–91.
 25. Posthumus M, September AV, Keegan M, O’Cuinneagain D, Van der Merwe W, Schwellnus MP, et al. Genetic risk factors for anterior cruciate ligament ruptures: COL1A1 gene variant. *Br J Sports Med* 2009a;43:352–6.
 26. Posthumus M, September AV, O’Cuinneagain D, van der Merwe W, Schwellnus MP, Collins M. The COL5A1 gene is associated with increased risk of anterior cruciate ligament ruptures in female participants. *Am J Sports Med* 2009b;37:2234–40.
 27. Posthumus M, September AV, O’Cuinneagain D, van der Merwe W, Schwellnus MP, Collins M. The association between the COL12A1 gene and anterior cruciate ligament ruptures. *Br J Sports Med* 2010;44:1160–5.
 28. Posthumus M, Collins M, van der Merwe L, O’Cuinneagain D, van der Merwe W, Ribbans WJ, et al. Matrix metalloproteinase genes on chromosome 11q22 and the risk of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Scand J Med Sci Sports* 2012;22:523–33.

29. Sturnick DR, Vacek PM, DeSarno MJ, et al. Combined anatomic factors predicting risk of anterior cruciate ligament injury for males and females. *Am J Sports Med.* 2015;43(4):839-847.
30. Shea KG, Pfeiffer R, Wang JH, Curtin M, Apel PJ. Anterior cruciate ligament injury in pediatric and adolescent soccer players: an analysis of insurance data. *J Pediatr Orthop* 2004;24:623–8.
31. Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *Br J Sports Med* 2008;42:394–412.
32. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2005;33(4):492-501.
33. Shultz SJ, Shimokochi Y, Nguyen AD, Schmitz RJ, Beynon BD, Perrin DH. Measurement of varus-valgus and internal-external rotational knee laxities in vivo. Part II: relationship with anterior-posterior and general joint laxity in males and females. *J Orthop Res* 2007;25:989–96.
34. Mariani PP, Cerullo G, Iannella G, Giacobbe M. Anterior cruciate ligament. In: Volpi P, editor. *Arthroscopic and sport injuries: Application in high-level athletes.* Springer International Publishing; 2016. p. 339–46.
35. Slaughterbeck JR, Fuzie SF, Smith MP, Clark RJ, Xu K, Starch DW, et al. The 532 Menstrual Cycle, Sex Hormones, and Anterior Cruciate Ligament Injury. *Journal of athletic 533 training.* 2002;37(3):275-8.
36. Arendt EA, Bershadsky B, Agel J. Periodicity of noncontact anterior cruciate 535 ligament injuries during the menstrual cycle. *The journal of gender-specific medicine : 536 JGSM: the official journal of the Partnership for Women's Health at Columbia.* 2002;5(2):19- 537 26.

37. Tanner JM, Davies PS. Clinical longitudinal standards for height and height velocity for North American children. *J Pediatr* 1985;107:317–29.
38. Bojicic KM, Beaulieu ML, Imaizumi Krieger DY, AshtonMiller JA, Wojtys EM. Association Between Lateral Posterior Tibial Slope, Body Mass Index, and ACL Injury Risk. *Orthop J Sports Med* 2017;5:2325967116688664.
39. Albin AK, Norjavaara E. Pubertal growth and serum testosterone and estradiol levels in boys. *Horm Res Paediatr* 2013;80:100–10.
40. Neu CM, Rauch F, Rittweger J, Manz F, Schoenau E. Influence of puberty on muscle development at the forearm. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002;283:E103–7.
41. Fricke O, Schoenau E. Examining the developing skeletal muscle: Why, what and how? *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2005;5:225–31.
42. Häggglund M, Waldén M, Ekstrand J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *Br J Sports Med*. 2006;40(9):767-772.
43. Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. Incidence of contralateral and ipsilateral anterior cruciate ligament (ACL) injury after primary ACL reconstruction and return to sport. *Clin J Sport Med* 2012;22:116–21.
44. Waldén M, Häggglund M, Ekstrand J. High risk of new knee injury in elite footballers with previous anterior cruciate ligament injury. *Br J Sports Med* 2006;40:158–62,158–62.
45. Ueki H, Nakagawa Y, Ohara T, Watanabe T, Horie M, Katagiri H, et al. Risk factors for residual pivot shift after anterior cruciate ligament reconstruction: data from the MAKS group. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26:3724–30.
46. Orchard J, Seward H, McGivern J, Hood S. Intrinsic and extrinsic risk factors for anterior cruciate ligament injury in Australian footballers. *Am J Sports Med* 2001;29:196–200.

47. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17:705–29.
48. Nyland JA, Caborn DN, Shapiro R, Johnson DL. Fatigue after eccentric quadriceps femoris work produces earlier gastrocnemius and delayed quadriceps femoris activation during crossover cutting among normal athletic women. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997;5:162–7.
49. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: a review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17:859–79.
50. Gehring D, Melnyk M, Gollhofer A. Gender and fatigue have influence on knee joint control strategies during landing. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2009;24:82–7.
51. Beaulieu ML, Wojtys EM, Ashton-Miller JA. Risk of anterior cruciate ligament fatigue failure is increased by limited internal femoral rotation during in vitro repeated pivot landings. *Am J Sports Med* 2015;43:2233–41.
52. De Ste Croix MB, Priestley AM, Lloyd RS, Oliver JL. ACL injury risk in elite female youth soccer: changes in neuromuscular control of the knee following soccer-specific fatigue. *Scand J Med Sci Sports* 2015;25:e531–8.
53. Bengtsson H, Ekstrand J, Häggglund M. Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med*. 2013;47(12):743-747.
54. Orchard J, Seward H, McGivern J, Hood S. Rainfall, evaporation and the risk of non-contact anterior cruciate ligament injury in the Australian Football League. *Med J Aust* 1999;170:304–6.

55. Orchard JW, Powell JW. Risk of knee and ankle sprains under various weather conditions in American football. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1118–23
56. Wannop JW, Stefanyshyn DJ. The effect of normal load, speed and moisture on footwear traction. *Footwear Sci* 2012;41:37–43.
57. Orchard JW, Chivers I, Aldous D, Bennell K, Seward H. Rye grass is associated with fewer non-contact anterior cruciate ligament injuries than bermuda grass. *Br J Sports Med* 2005;39:704–9.
58. Thomson A, Whiteley R, Bleakley C. Higher shoe-surface interaction is associated with doubling of lower extremity injury risk in football codes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015;49:1245–52.
59. Torg JS, Stilwell G, Rogers K. The effect of ambient temperature on the shoe-surface interface release coefficient. *Am J Sports Med* 1996;24:79–82.
60. Stiles VH, James IT, Dixon SJ, Guisasola IN. Natural turf surfaces: the case for continued research. *Sports Med* 2009;39:65–84.
61. Howard M, Solaru S, Kang HP, et al. Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injury on Natural Grass Versus Artificial Turf in Soccer: 10-Year Data From the National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System. *Orthop J Sports Med*. 2020;8(7).
62. Galbusera F, Tornese DZ, Anasetti F, Bersini S, Volpi P, La Barbera L, et al. Does soccer cleat design influence the rotational interaction with the playing surface? *Sports Biomech* 2013;12:293–301.
63. Bojicic KM, Beaulieu ML, Imaizumi Krieger DY, AshtonMiller JA, Wojtys EM. Association Between Lateral Posterior Tibial Slope, Body Mass Index, and ACL Injury Risk. *Orthop J Sports Med* 2017.
64. Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, St Pierre P, Taylor DC. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a

- prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med* 2003;31:831–42.
65. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med* 2006;34:299–311.
66. Alentorn-Geli E, Alvarez-Diaz P, Ramon S, Marin M, Steinbacher G, Boffa JJ, et al. Assessment of neuromuscular risk factors for anterior cruciate ligament injury through tensiomyography in male soccer players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;23:2508–13.
67. Filbay SR, Grindem H. Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2019;33(1):33-47.
68. Logerstedt DS, Snyder-Mackler L, Ritter RC, Axe MJ, Godges JJ. Knee stability and movement coordination impairments: knee ligament sprain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40(4):1-37
69. Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36(5):88-267
70. Bachmann LM, Haberzeth S, Steurer J, ter Riet G. The accuracy of the Ottawa knee rule to rule out knee fractures: a systematic review. *Ann Intern Med* 2004;140(2):4-124.
71. Frobell RB, Lohmander LS, Roos HP. Acute rotational trauma to the knee: poor agreement between clinical assessment and magnetic resonance imaging findings. *Scand J Med Sci Sports* 2007;17(2):14-109
72. Grindem H, Granan LP, Risberg MA, Engebretsen L, Snyder-Mackler L, Eitzen I. How does a combined preoperative and postoperative rehabilitation programme influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A

- comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian National Knee Ligament Registry. *Br J Sports Med* 2015;49(6):9-386.
73. Shaarani SR, O'Hare C, Quinn A, Moyna N, Moran R, O'Byrne JM. Effect of prehabilitation on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2013;41(9): 27-2117.
74. Van Melick N, Van Cingel REH, Brooijmans F, Neeter C, Van Tienen T, Hullegerie W, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med* 2016;50(24):15-1506.
75. Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40(11): 21-705.
76. Failla MJ, Logerstedt DS, Grindem H, Axe MJ, Risberg MA, Engebretsen L, et al. Does extended preoperative rehabilitation influence outcomes 2 Years after ACL reconstruction? A comparative effectiveness study between the MOON and Delaware-Oslo ACL cohorts. *Am J Sports Med* 2016;44(10):14-2608.
77. Kim KM, Croy T, Hertel J, Saliba S. Effects of neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction on quadriceps strength, function, and patient-oriented outcomes: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40(7):91-383.
78. Bieler T, Sobol NA, Andersen LL, Kiel P, Lofholm P, Aagaard P. The effects of high-intensity versus low-intensity resistance training on leg extensor power and recovery of knee function after ACL-reconstruction. *Biomed Res Int* 2014.
79. Sugimoto D, Myer GD, Foss KD, Hewett TE. Dosage effects of neuromuscular training intervention to reduce anterior cruciate ligament injuries in female athletes: meta- and sub-group analyses. *Sports Med* 2014;44(4):62-551.

80. Blanch P, Gabbett TJ. Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *Br J Sports Med* 2016;50(8):5-471.
81. Feucht MJ, Cotic M, Saier T, Minzlaff P, Plath JE, Imhoff AB, et al. Patient expectations of primary and revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014 Jan;24(1):7-201.
82. Lohmander LS, Ostenberg A, Englund M, Roos H. High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in € female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. *Arthritis Rheum* 2004;50(10):52-314.
83. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med* 2014;48(21):52-1543.
84. Øiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, Risberg MA. Knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Am J Sports Med* 2009;37(7):43-1434.
85. Filbay SR, Culvenor AG, Ackerman IN, Russell TG, CK M. Quality of life in anterior cruciate ligament-deficient individuals: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015;49(16):1033e41
86. Filbay SR, Ackerman IN, Russell TG, Macri EM, Crossley KM. Health-related quality of life after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Am J Sports Med* 2014;42(5):1247-55.
87. Ardern CL, Taylor N, Feller J, Webster K. A systematic review of the psychological factors associated with returning to sport following injury. *Br J Sports Med* 2012 Nov;47(17):1120-6.

88. Kvist J, Ek A, Sporrstedt K, Good L. Fear of re-injury: a hindrance for returning to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005;13(5):393-7.
89. Filbay SR, Ackerman IN, Russell TG, Crossley KM. Return to sport matters: longer-term quality of life after ACL reconstruction in people with knee difficulties. *Scand J Med Sci Sports* 2017;27(5):514-24.
90. Filbay SR, Crossley KM, Ackerman IN. Activity preferences, lifestyle modifications and re-injury fears influence longer-term quality of life in people with knee symptoms following anterior cruciate ligament reconstruction: a qualitative study. *J Physiother* 2016 Apr;62(2):103-10.
91. Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior cruciate ligament injuries: anatomy, physiology, biomechanics, and management. *Clin J Sport Med*. 2012;22(4):349-355.
92. Buoncristiani AM, Tjoumakaris FP, Starman JS, et al. Anatomic doublebundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2006;22: 1000–1006.
93. Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, et al. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a metaanalysis comparing patellar tendon and hamstring autografts. *Am J Sports Med*. 2003; 31:2–11.
94. Frobell RB, Roos EM, Roos HP, et al. A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears. *N Engl J Med*. 2010;363:331–342.
95. Levy BA. Is early reconstruction necessary for all anterior cruciate ligament tears? *N Engl J Med*. 2010;363:386–388.
96. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations of injury prevention initiatives. *J Athl Train*. 2007;42:311–319.

97. Pujol N, Bianchi MP, Chambat P. The incidence of anterior cruciate ligament injuries among competitive alpine skiers: a 25-year investigation. *Am J Sports Med.* 2007;35:1070–1074.
98. LaBella CR, Hennrikus W, Hewett TE; Council on Sports Medicine and Fitness, and Section on Orthopaedics. Anterior cruciate ligament injuries: diagnosis, treatment, and prevention. *Pediatrics.* 2014;133(5):1437-1450.
99. Waldén M, Hägglund M, Magnusson H, Ekstrand J. ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return-to-play rates reveals only 65% of players still play at the top level 3 years after ACL rupture. *Br J Sports Med.* 2016;50(12):744-750.
100. Rahou-El-Bachiri Y, Navarro-Santana MJ, Gómez-Chiguano GF, et al. Effects of Trigger Point Dry Needling for the Management of Knee Pain Syndromes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.* 2020;9(7):2044.
101. INE. 2022. INE. [Internet] Instituto Nacional de Estadística. [Citado 29 junio 2022] Disponible en: <<https://www.ine.es/>>.
102. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, et al. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med.* 2016;44(6):1502-1507.
103. Montalvo AM, Schneider DK, Silva PL, et al. 'What's my risk of sustaining an ACL injury while playing football (soccer)?' A systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2019;53(21):1333-1340.
104. Williamson A, Hoggart B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *J Clin Nurs.* 2005;14(7):798-804.
105. Activforce. [Internet] Activforce.com [Citado 29 junio 2022] Disponible en: <https://www.activforce.com/>

106. Cinesiterapia bases fisiológicas y aplicación práctica. Cesar fdez de las penas.
107. Rodríguez Martín JM. Electroterapia en Fisioterapia. 2ª ed. Editorial Panamericana; 2008.
108. 3.0, C., 2022. COMPLEX FIT 3.0. [Internet] Compex.com. [Citado 1 julio 2022] Disponible en: <<https://www.compex.com/es/compex-fit-3-0>>.
109. Ortiz, M. C. S., Villabona, E. H., Lemos, D. M. C., Jerez, M., Rivera, S. L., Caceres, G. C., & Celis, S. G. (2007). Efectos fisiológicos de la crioterapia. SALUD UIS, 39, 62-73.
110. Rodríguez-Fuentes, G., & Romero Rodríguez, T. (2022). Fisioterapia en cicatrices. Revisión del estado actual. Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana, 48(1), 69-80.
111. Borg-Stein J, Iaccarino MA. Myofascial pain syndrome treatments. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2014;25(2):357-374.
112. Saxena A, Chansoria M, Tomar G, Kumar A. Myofascial pain syndrome: an overview. J Pain Palliat Care Pharmacother. 2015;29(1):16-21.
113. Tough EA, White AR, Richards S, Campbell J. Variability of criteria used to diagnosis myofascial trigger point pain syndrome—evidence from a review of the literature. Clin J Pain. 2007;23:278–86
114. Charles D, Hudgins T, MacNaughton J, Newman E, Tan J, Wigger M. A systematic review of manual therapy techniques, dry cupping and dry needling in the reduction of myofascial pain and myofascial trigger points. J Bodyw Mov Ther. 2019;23(3):539-546.
115. International Association for the Study of Pain, 2010. Musculoskeletal Pain. International Association for the Study of Pain. Retrieved from. <https://www.iasppain.org/Advocacy/Content.aspx?ItemNumber¼1101>.

116. Mayoral, O., Salvat, I., Martín, M.T., Martín, S., Santiago, J., Cotarelo, J., Rodríguez, C., 2013. Efficacy of myofascial trigger point dry needling in the prevention of pain after total knee arthroplasty: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Evid. Based Complement Altern. Med.* 2013, 694941, 8 pages.
117. Srbely J., Dickey J., Lee D., Lowerison, M. Dry needle stimulation of myofascial trigger points evokes segmental anti-nociceptive effects. *J. Rehabil. Med.* 2010. 42 (5), 463-468.
118. Simons DG, Travell JG, Simons LS. Travell and Simons' myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. Volume 1, 2nd ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1999.
119. Lewit K. The needle effect in the relief of myofascial pain. *Pain* 1979;6:83–90.
120. Cummings TM, White AR. Needling therapies in the management of myofascial trigger point pain: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82: 986 –92.
121. Ga H, Choi JH, Park CH, Yoon HJ. Acupuncture needling versus lidocaine injection of trigger points in myofascial pain syndrome in elderly patients—a randomised trial. *Acupunct Med* 2007;25:130 – 6.
122. Barbagli P, Bolletini R, Ceccherelli F. [Acupuncture (dry needle) versus neural therapy (local anesthesia) in the treatment of benign back pain. Immediate and long-term results]. *Minerva Med* 2003;94:17–25.
123. Hong CZ. Lidocaine injection versus dry needling to myofascial trigger point. The importance of the local twitch response. *Am J Phys Med Rehabil* 1994;73: 256 – 63.
124. Chen JT, Chung KC, Hou CR, Kuan TS, Chen SM, Hong CZ. Inhibitory effect of dry needling on the spontaneous electrical activity recorded from

- myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscle. *Am J Phys Med Rehabil* 2001;80:729–35.
125. Kalichman L, Vulfsons S. Dry needling in the management of musculoskeletal pain. *J Am Board Fam Med*. 2010;23(5):640-646.
126. Baldry PE. *Acupuncture, trigger points and musculoskeletal pain*. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 2005.
127. Baldry P. Superficial dry needling at myofascial trigger point sites. *J Musculoskelet Pain* 1995;3:117–26.
128. Macdonald AJ, Macrae KD, Master BR, Rubin AP. Superficial acupuncture in the relief of chronic low back pain. *Ann R Coll Surg Engl* 1983;65:44 – 6.
129. Naslund J, Naslund UB, Odenbring S, Lundeberg T. Sensory stimulation (acupuncture) for the treatment of idiopathic anterior knee pain. *J Rehabil Med* 2002;34:231– 8.
130. Ga H, Choi JH, Park CH, Yoon HJ. Dry needling of trigger points with and without paraspinal needling in myofascial pain syndromes in elderly patients. *J Altern Complement Med* 2007;13:617–24.
131. 6 Huguenin L, Brukner PD, McCrory P, Smith P, Wajswelner H, Bennell K. Effect of dry needling of gluteal muscles on straight leg raise: a randomised, placebo controlled, double blind trial. *Br J Sports Med* 2005;39:84 –90
132. Unverzagt C, Berglund K, Thomas JJ. DRY NEEDLING FOR MYOFASCIAL TRIGGER POINT PAIN: A CLINICAL COMMENTARY. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10(3):402-418.
133. American Physical Therapy Association. *Physical Therapists & the Performance of Dry Needling: An Educational Resource Paper*. Alexandria, VA: American Physical Therapy Association; 2012.

134. Australian Society of Acupuncture Physiotherapists Inc. Guidelines for safe acupuncture and dry needling practice. Lismore, NSW: Australian Society of Acupuncture Physiotherapists; 2007.
135. White A, Cummings M, Filshie J. An Introduction to Western Medical Acupuncture. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2008.
136. Federation of State Boards of Physical Therapy. Dry Needling Resource Paper (Intramuscular Manual Therapy): 4th Ed. Alexandria, VA: Federation of State Boards of Physical Therapy; 2013.
137. Baldry PE. Acupuncture, Trigger Points and Musculoskeletal Pain. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2005
138. Travell J, Simons D. Myofascial Pain and Dysfunction. The trigger point manual. The lower extremities. 2^a ed. Editorial Panamericana. p 227,251-253.
139. López JF. Media aritmética [Internet]. Enciclopedia económica. 2021 [citado 27 junio 2022]. Disponible en: <https://enciclopediaeconomica.com/media-aritmetica/>
140. López JF. Mediana. [Internet]. Economipedia. 2017 [Citado 29 junio 2022]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/mediana/>
141. López JF. Desviación estándar o típica. [Internet]. Economipedia. 2017 [Citado 29 junio 2022]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/desviacion-tipica/>

10. ANEXOS

ANEXO I. CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES, TUTORES O REPRESENTANTES LEGALES.

Servicio de Fisioterapia

Real Federación de Fútbol del

Principado de Asturias

C. César Maese Alonso, 560, 33209 Gijón, Asturias

Gijón, Asturias

Tel.: 985 16 13 33

www.Asturfutbol.es

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LOS PADRES, TUTORES O REPRESENTANTES LEGALES

El/La

Sr./Sra

informa a D. /Dña. _____; DNI

padre/madre, tutor/tutora o representante legal del niño

, para participar en el proyecto de investigación que compara la eficacia de la punción seca más el tratamiento convencional en tratamiento postquirúrgico de reconstrucción del ligamento cruzado anterior frente a tratamiento convencional en jugadores de fútbol:

“Eficacia de la punción seca más el tratamiento convencional en tratamiento postquirúrgico de reconstrucción del ligamento cruzado anterior frente a tratamiento convencional en jugadores de fútbol”

He sido informado verbalmente y por escrito de la naturaleza del estudio; se me informa del tipo de estudio que es, de su metodología y de los riesgos y beneficios que se pueden obtener del mismo.

He podido hacer preguntas que aclararan mis dudas y he sido informado de cómo serán tratados los datos obtenidos con respecto a mi intimidad y la de mi hijo/a, de acuerdo a la normativa vigente de protección de datos.

Finalmente, he tomado la decisión de colaborar en el mismo y autorizo, mediante el presente escrito, a que el equipo investigador formado por _____, lleve a cabo dicha investigación con la participación del menor al que represento.

Acepto que los datos recogidos en la evaluación sean utilizados con fines de investigación por parte del equipo investigador.

En Gijón a _____ de _____ del _____

Firma tutor:

Firma investigador principal:

ANEXO II. CONSENTIMIENTO INFORMADO.

Servicio de Fisioterapia

Real Federación de Fútbol del

Principado de Asturias

C. César Maese Alonso, 560, 33209 Gijón, Asturias

Gijón, Asturias

Tel.: 985 16 13 33

www.Asturfutbol.es

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LOS PARTICIPANTES EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El/La

Sr./Sra

informa a D. /Dña. _____; DNI

para participar en el proyecto de investigación que compara la eficacia de la punción seca más el tratamiento convencional en tratamiento postquirúrgico de reconstrucción del ligamento cruzado anterior frente a tratamiento convencional en jugadores de fútbol:

“Eficacia de la punción seca más el tratamiento convencional en tratamiento postquirúrgico de reconstrucción del ligamento cruzado anterior frente a tratamiento convencional en jugadores de fútbol”

He sido informado verbalmente y por escrito de la naturaleza del estudio; se me informa del tipo de estudio que es, de su metodología y de los riesgos y beneficios que se pueden obtener del mismo.

He podido hacer preguntas que aclararan mis dudas y he sido informado de cómo serán tratados los datos obtenidos con respecto a mi intimidad, de acuerdo a la normativa vigente de protección de datos.

Finalmente, he tomado la decisión de colaborar en el mismo y autorizo, mediante el presente escrito, a que el equipo investigador formado por _____, lleve a cabo dicha investigación con la participación del firmante de este documento.

Acepto que los datos recogidos en la evaluación sean utilizados con fines de investigación por parte del equipo investigador.

En Gijón a _____ de _____ del _____

Firma del participante:

Firma investigador principal:

ANEXO III. HOJA DE INFORMACIÓN PARA EL PACIENTE.

Se le invita a participar en el proyecto de investigación con título “Eficacia de la punción seca más el tratamiento convencional en tratamiento postquirúrgico de reconstrucción del ligamento cruzado anterior frente a tratamiento convencional en jugadores de fútbol”. Tiene total y absoluta libertad de realizar todas las preguntas que considere oportunas a cerca de la información que va a leer a continuación. Una vez se encuentre completamente segura de su decisión, podrá proceder a firmar y entregar el consentimiento informado.

NOMBRE DE LA LÍNEA DE TRABAJO: “Eficacia de la punción seca más el tratamiento convencional en tratamiento postquirúrgico de reconstrucción del ligamento cruzado anterior frente a tratamiento convencional en jugadores de fútbol”

1) Finalidad de la línea de trabajo propuesta:

Pedimos su colaboración en la investigación que estamos realizando para conocer la diferencia a resultados en cuanto a dolor, rango articular y fuerza, en la rehabilitación tras reconstrucción de LCA en jugadores de fútbol con licencia en la RFFPA.

Las variables sometidas a estudio serán: Dolor, cuantificada a través de una escala visual analógica (EVA) y una escala de Walco-Howite. Rango articular, cuantificada a través de un goniómetro articular. Y por último, la fuerza, haciendo uso de un dinamómetro digital.

Mediante este estudio, se busca:

- Observar y analizar las diferencias entre ambos tratamientos.
- Observar y analizar la evolución del dolor, rango articular y fuerza del grupo intervención.

- Comprobar si existe correlación entre variables independientes, como el sexo, en la evolución y el desarrollo del proyecto.
- Estudiar si la evolución favorable o desfavorable del grupo intervención se mantiene a medio/largo plazo.
- Comparar el estado dentro del proceso de recuperación fisioterápica al que llegan los pacientes a la última sesión del proyecto los sujetos de los diferentes grupos.

2) Algunas consideraciones sobre su participación:

Si desea participar en este estudio, tendrá que ser derivado previamente por el médico responsable de la RFFPA, y tendrá que acudir a las instalaciones de la sede de la RFFPA 3 días a la semana, lunes, miércoles y viernes, durante 12 semanas. Como investigadores respetaremos y cumpliremos con la normativa aplicable al proyecto de investigación, incluyendo la LO 15/1999, de 13 de Diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal y el RD 1720/2007, de 21 de Diciembre, por el que se aprueba el reglamento de desarrollo de la LO 15/1999. Se adoptarán las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los datos y la documentación no será empleada para otros fines distintos a los perseguidos.

Usted no se beneficiará económicamente de este estudio pero su participación es importante porque contribuirá a la investigación sobre la implementación de nuevas técnicas en la rehabilitación multidisciplinar tras la rotura de LCA.

Por otro lado, las pruebas que se llevarán a cabo en este estudio carecen de riesgos, las escalas y la sala donde se cumplimentarán son seguras y carecen de cualquier tipo de exposición a un daño o peligro. Las técnicas invasivas, serán realizadas por profesionales debidamente acreditados para su desempeño sin riesgo.

Es importante que Vd., como participante en esta línea de trabajo, conozca varios aspectos importantes:

- A) Su participación es totalmente voluntaria y libre.
- B) Puede plantear todas las dudas que considere sobre el estudio, tanto al médico como al fisioterapeuta, incluso se facilitará un correo electrónico y un número de teléfono para dudas.
- C) No recibirá ninguna compensación económica o de otro tipo por su colaboración en el estudio. Su participación será totalmente altruista.
- D) La información obtenida se almacenará en una base de datos, en soporte informático, registrada en la Agencia Española de Protección de Datos, según lo indicado en la legislación vigente. Los datos registrados serán tratados estadísticamente de forma codificada.
- E) En todo momento el participante tendrá derecho de acceso, rectificación o cancelación de los datos depositados en la base de datos siempre que expresamente lo solicite. Para ello deberá ponerse en contacto con el investigador principal. Los datos quedarán custodiados bajo la responsabilidad del investigador principal del estudio, y del sistema de protección de datos de la RFFPA.
- F) Es posible que el estudio realizado aporte información relevante. Vd. tiene derecho a conocerla si así lo desea.

ANEXO IV. DECLARACIÓN DE HELSINKI DE 2013.

DECLARACIÓN DE HELSINKI DE LA AMM – PRINCIPIOS ÉTICOS PARA LAS INVESTIGACIONES MÉDICAS EN SERES HUMANOS

Adoptada por la

18a Asamblea Médica Mundial, Helsinki, Finlandia, junio 1964

y enmendada por la

29a Asamblea Médica Mundial, Tokio, Japón, octubre 1975

35a Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia, octubre 1983

41a Asamblea Médica Mundial, Hong Kong, septiembre 1989

48a Asamblea General Somerset West, Sudáfrica, octubre 1996

52a Asamblea General, Edimburgo, Escocia, octubre 2000

Nota de Clarificación, agregada por la Asamblea General de la AMM, Washington

2002 Nota de Clarificación, agregada por la Asamblea General de la AMM, Tokio 2004

59a Asamblea General, Seúl, Corea, octubre 2008

64a Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013

Introducción

1. La Asociación Médica Mundial (AMM) ha promulgado la Declaración de Helsinki como una propuesta de principios éticos para investigación médica en seres humanos, incluida la investigación del material humano y de información identificables.

La Declaración debe ser considerada como un todo y un párrafo debe ser aplicado con consideración de todos los otros párrafos pertinentes.

2. Conforme al mandato de la AMM, la Declaración está destinada principalmente a los médicos. La AMM insta a otros involucrados en la investigación médica en seres humanos a adoptar estos principios.

Principios generales

3. La Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial vincula al médico con la fórmula «velar solícitamente y ante todo por la salud de mi paciente», y el Código Internacional de Ética Médica afirma que: «El médico debe considerar lo mejor para el paciente cuando preste atención médica».

4. El deber del médico es promover y velar por la salud, bienestar y derechos de los pacientes, incluidos los que participan en investigación médica. Los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber.

5. El progreso de la medicina se basa en la investigación que, en último término, debe incluir estudios en seres humanos.

6. El propósito principal de la investigación médica en seres humanos es comprender las causas, evolución y efectos de las enfermedades y mejorar las intervenciones preventivas, diagnósticas y terapéuticas (métodos, procedimientos y tratamientos). Incluso, las mejores intervenciones probadas deben ser evaluadas continuamente a través de la investigación para que sean seguras, eficaces, efectivas, accesibles y de calidad.

7. La investigación médica está sujeta a normas éticas que sirven para promover y asegurar el respeto a todos los seres humanos y para proteger su salud y sus derechos individuales.

8. Aunque el objetivo principal de la investigación médica es generar nuevos conocimientos, este objetivo nunca debe tener primacía sobre los derechos y los intereses de la persona que participa en la investigación.

9. En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en investigación. La responsabilidad de la protección de las personas que toman parte en la investigación debe recaer siempre en un médico u otro profesional de la salud y nunca en los participantes en la investigación, aunque hayan otorgado su consentimiento.

10. Los médicos deben considerar las normas y estándares éticos, legales y jurídicos para la investigación en seres humanos en sus propios países, al igual que las normas y estándares internacionales vigentes. No se debe permitir que un requisito ético, legal o jurídico nacional o internacional disminuya o elimine cualquiera medida de protección para las personas que participan en la investigación establecida en esta Declaración.

11. La investigación médica debe realizarse de manera que reduzca al mínimo el posible daño al medio ambiente.

12. La investigación médica en seres humanos debe ser llevada a cabo sólo por personas con la educación, formación y calificaciones científicas y éticas apropiadas. La investigación en pacientes o voluntarios sanos necesita la supervisión de un médico u otro profesional de la salud competente y calificado apropiadamente.

13. Los grupos que están subrepresentados en la investigación médica deben tener un acceso apropiado a la participación en la investigación.

14. El médico que combina la investigación médica con la atención médica debe involucrar a sus pacientes en la investigación sólo en la medida en que esto acredite un justificado valor potencial preventivo, diagnóstico o terapéutico y si el médico tiene buenas razones para creer que la participación en el estudio no afectará de manera adversa la salud de los pacientes que toman parte en la investigación.

15. Se debe asegurar compensación y tratamiento apropiados para las personas que son dañadas durante su participación en la investigación.

Riesgos, Costos y Beneficios

16. En la práctica de la medicina y de la investigación médica, la mayoría de las intervenciones implican algunos riesgos y costos.

La investigación médica en seres humanos sólo debe realizarse cuando la importancia de su objetivo es mayor que el riesgo y los costos para la persona que participa en la investigación.

17. Toda investigación médica en seres humanos debe ser precedido de una cuidadosa comparación de los riesgos y los costos para las personas y los grupos que participan en la investigación, en comparación con los beneficios previsibles para ellos y para otras personas o grupos afectados por la enfermedad que se investiga.

Se deben implementar medidas para reducir al mínimo los riesgos. Los riesgos deben ser monitoreados, evaluados y documentados continuamente por el investigador.

18. Los médicos no deben involucrarse en estudios de investigación en seres humanos a menos de que estén seguros de que los riesgos han sido adecuadamente evaluados y de que es posible hacerles frente de manera satisfactoria.

Cuando los riesgos que implican son más importantes que los beneficios esperados o si existen pruebas concluyentes de resultados definitivos, los médicos deben evaluar si continúan, modifican o suspenden inmediatamente el estudio.

Grupos y personas vulnerables

19. Algunos grupos y personas sometidas a la investigación son particularmente vulnerables y pueden tener más posibilidades de sufrir abusos o daño adicional.

Todos los grupos y personas vulnerables deben recibir protección específica.

20. La investigación médica en un grupo vulnerable sólo se justifica si la investigación responde a las necesidades o prioridades de salud de este grupo y la investigación no puede realizarse en un grupo no vulnerable. Además, este grupo podrá beneficiarse de los conocimientos, prácticas o intervenciones derivadas de la investigación.

Requisitos científicos y protocolos de investigación

21. La investigación médica en seres humanos debe conformarse con los principios científicos generalmente aceptados y debe apoyarse en un profundo conocimiento de la bibliografía científica, en otras fuentes de información pertinentes, así como en experimentos de laboratorio correctamente realizados y en animales, cuando sea oportuno. Se debe cuidar también del bienestar de los animales utilizados en los experimentos.

22. El proyecto y el método de todo estudio en seres humanos deben describirse claramente y ser justificados en un protocolo de investigación.

El protocolo debe hacer referencia siempre a las consideraciones éticas que fueran del caso y debe indicar cómo se han considerado los principios enunciados en esta Declaración. El protocolo debe incluir información sobre financiamiento, patrocinadores, afiliaciones institucionales, posibles conflictos de interés e incentivos para las personas del estudio y la información sobre las estipulaciones para tratar o

compensar a las personas que han sufrido daños como consecuencia de su participación en la investigación.

En los ensayos clínicos, el protocolo también debe describir los arreglos apropiados para las estipulaciones después del ensayo.

Comités de ética de investigación

23. El protocolo de la investigación debe enviarse, para consideración, comentario, consejo y aprobación al comité de ética de investigación pertinente antes de comenzar el estudio. Este comité debe ser transparente en su funcionamiento, debe ser independiente del investigador, del patrocinador o de cualquier otro tipo de influencia indebida y debe estar debidamente calificado. El comité debe considerar las leyes y reglamentos vigentes en el país donde se realiza la investigación, como también las normas internacionales vigentes, pero no se debe permitir que éstas disminuyan o eliminen ninguna de las protecciones para las personas que participan en la investigación establecidas en esta Declaración.

El comité tiene el derecho de controlar los ensayos en curso. El investigador tiene la obligación de proporcionar información del control al comité, en especial sobre todo incidente adverso grave. No se debe hacer ninguna enmienda en el protocolo sin la consideración y aprobación del comité. Después que termine el estudio, los investigadores deben presentar un informe final al comité con un resumen de los resultados y conclusiones del estudio.

Privacidad y confidencialidad

24. Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de la persona que participa en la investigación y la confidencialidad de su información personal.

Consentimiento informado

25. La participación de personas capaces de dar su consentimiento informado en la investigación médica debe ser voluntaria. Aunque puede ser apropiado consultar a familiares o líderes de la comunidad, ninguna persona capaz de dar su consentimiento informado debe ser incluida en un estudio, a menos que ella acepte libremente.

26. En la investigación médica en seres humanos capaces de dar su consentimiento informado, cada participante potencial debe recibir información adecuada acerca de los objetivos, métodos, fuentes de financiamiento, posibles conflictos de intereses, afiliaciones institucionales del investigador, beneficios calculados, riesgos previsibles e incomodidades derivadas del experimento, estipulaciones post estudio y todo otro aspecto pertinente de la investigación. El participante potencial debe ser informado del derecho de participar o no en la investigación y de retirar su consentimiento en cualquier momento, sin exponerse a represalias. Se debe prestar especial atención a las necesidades específicas de información de cada participante potencial, como también a los métodos utilizados para entregar la información.

Después de asegurarse de que el individuo ha comprendido la información, el médico u otra persona calificada apropiadamente debe pedir entonces, preferiblemente por escrito, el consentimiento informado y voluntario de la persona. Si el consentimiento no se puede otorgar por escrito, el proceso para lograrlo debe ser documentado y atestiguado formalmente.

Todas las personas que participan en la investigación médica deben tener la opción de ser informadas sobre los resultados generales del estudio.

27. Al pedir el consentimiento informado para la participación en la investigación, el médico debe poner especial cuidado cuando el participante potencial está vinculado con él por una relación de dependencia o si consiente bajo presión. En una situación así, el consentimiento informado debe ser pedido por una persona calificada adecuadamente y que nada tenga que ver con aquella relación.

28. Cuando el participante potencial sea incapaz de dar su consentimiento informado, el médico debe pedir el consentimiento informado del representante legal. Estas personas no deben ser incluidas en la investigación que no tenga posibilidades de beneficio para ellas, a menos que ésta tenga como objetivo promover la salud del grupo representado por el participante potencial y esta investigación no puede realizarse en personas capaces de dar su consentimiento informado y la investigación implica sólo un riesgo y costo mínimos.

29. Si un participante potencial que toma parte en la investigación considerado incapaz de dar su consentimiento informado es capaz de dar su asentimiento a participar o no

en la investigación, el médico debe pedirlo, además del consentimiento del representante legal. El desacuerdo del participante potencial debe ser respetado.

30. La investigación en individuos que no son capaces física o mentalmente de otorgar consentimiento, por ejemplo, los pacientes inconscientes, se puede realizar sólo si la condición física/mental que impide otorgar el consentimiento informado es una característica necesaria del grupo investigado. En estas circunstancias, el médico debe pedir el consentimiento informado al representante legal. Si dicho representante no está disponible y si no se puede retrasar la investigación, el estudio puede llevarse a cabo sin consentimiento informado, siempre que las razones específicas para incluir a individuos con una enfermedad que no les permite otorgar consentimiento informado hayan sido estipuladas en el protocolo de la investigación y el estudio haya sido aprobado por un comité de ética de investigación. El consentimiento para mantenerse en la investigación debe obtenerse a la brevedad posible del individuo o de un representante legal.

31. El médico debe informar cabalmente al paciente los aspectos de la atención que tienen relación con la investigación. La negativa del paciente a participar en una investigación o su decisión de retirarse nunca debe afectar de manera adversa la relación médico-paciente.

32. Para la investigación médica en que se utilice material o datos humanos identificables, como la investigación sobre material o datos contenidos en biobancos o depósitos similares, el médico debe pedir el consentimiento informado para la recolección, almacenamiento y reutilización. Podrá haber situaciones excepcionales en las que será imposible o impracticable obtener el consentimiento para dicha investigación. En esta situación, la investigación sólo puede ser realizada después de ser considerada y aprobada por un comité de ética de investigación.

Uso del placebo

33. Los posibles beneficios, riesgos, costos y eficacia de toda intervención nueva deben ser evaluados mediante su comparación con las mejores intervenciones probadas, excepto en las siguientes circunstancias:

Cuando no existe una intervención probada, el uso de un placebo, o ninguna intervención, es aceptable; o

cuando por razones metodológicas científicamente sólidas y convincentes, sea necesario para determinar la eficacia y la seguridad de una intervención el uso de cualquier intervención menos eficaz que la mejor probada, el uso de un placebo o ninguna intervención.

Los pacientes que reciben cualquier intervención menos eficaz que la mejor probada, el placebo o ninguna intervención, no correrán riesgos adicionales de daño grave o irreversible como consecuencia de no recibir la mejor intervención probada.

Se debe tener muchísimo cuidado para evitar abusar de esta opción.

Estipulaciones post ensayo

34. Antes del ensayo clínico, los auspiciadores, investigadores y los gobiernos de los países anfitriones deben prever el acceso post ensayo a todos los participantes que todavía necesitan una intervención que ha sido identificada como beneficiosa en el ensayo. Esta información también se debe proporcionar a los participantes durante el proceso del consentimiento informado.

Inscripción y publicación de la investigación y difusión de resultados.

35. Todo estudio de investigación con seres humanos debe ser inscrito en una base de datos disponible al público antes de aceptar a la primera persona.

36. Los investigadores, autores, auspiciadores, directores y editores todos tienen obligaciones éticas con respecto a la publicación y difusión de los resultados de su investigación. Los investigadores tienen el deber de tener a la disposición del público los resultados de su investigación en seres humanos y son responsables de la integridad y exactitud de sus informes. Todas las partes deben aceptar las normas éticas de entrega de información. Se deben publicar tanto los resultados negativos e inconclusos como los positivos o de lo contrario deben estar a la disposición del público. En la publicación se debe citar la fuente de financiamiento, afiliaciones institucionales y conflictos de intereses. Los informes sobre investigaciones que no se ciñan a los principios descritos en esta Declaración no deben ser aceptados para su publicación.

Intervenciones no probadas en la práctica clínica.

37. Cuando en la atención de un paciente las intervenciones probadas no existen u otras intervenciones conocidas han resultado ineficaces, el médico, después de pedir consejo de experto, con el consentimiento informado del paciente o de un representante legal autorizado, puede permitirse usar intervenciones no comprobadas, si, a su juicio, ello da alguna esperanza de salvar la vida, restituir la salud o aliviar el sufrimiento. Tales intervenciones deben ser investigadas posteriormente a fin de evaluar su seguridad y eficacia. En todos los casos, esa información nueva debe ser registrada y, cuando sea oportuno, puesta a disposición del público.

*Los párrafos 26, 27, 28 y 29 han sido revisados editorialmente por el Secretariado de la AMM el 5 de mayo de 20.

ANEXO V. DISPOSICIÓN ADICIONAL DECIMOSÉPTIMA. TRATAMIENTOS DE DATOS DE SALUD

Disposición adicional decimoséptima. Tratamientos de datos de salud.

1. Se encuentran amparados en las letras g), h), i) y j) del artículo 9.2 del Reglamento (UE) 2016/679 los tratamientos de datos relacionados con la salud y de datos genéticos que estén regulados en las siguientes leyes y sus disposiciones de desarrollo:

- a) La Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.
- b) La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- c) La Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.
- d) La Ley 16/2003, de 28 de mayo, de cohesión y calidad del Sistema Nacional de Salud.
- e) La Ley 44/2003, de 21 de noviembre, de ordenación de las profesiones sanitarias.
- f) La Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica.
- g) La Ley 33/2011, de 4 de octubre, General de Salud Pública.
- h) La Ley 20/2015, de 14 de julio, de ordenación, supervisión y solvencia de las entidades aseguradoras y reaseguradoras.
- i) El texto refundido de la Ley de garantías y uso racional de los 105 medicamentos y productos sanitarios, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2015, de 24 de julio.
- j) El texto refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2013 de 29 de noviembre.

2. El tratamiento de datos en la investigación en salud se regirá por los siguientes criterios:

- a) El interesado o, en su caso, su representante legal podrá otorgar el consentimiento para el uso de sus datos con fines de investigación en salud y, en particular, la biomédica. Tales

finalidades podrán abarcar categorías relacionadas con áreas generales vinculadas a una especialidad médica o investigadora.

b) Las autoridades sanitarias e instituciones públicas con competencias en vigilancia de la salud pública podrán llevar a cabo estudios científicos sin el consentimiento de los afectados en situaciones de excepcional relevancia y gravedad para la salud pública.

c) Se considerará lícita y compatible la reutilización de datos personales con fines de investigación en materia de salud y biomédica cuando, habiéndose obtenido el consentimiento para una finalidad concreta, se utilicen los datos para finalidades o áreas de investigación relacionadas con el área en la que se integrase científicamente el estudio inicial.

En tales casos, los responsables deberán publicar la información establecida por el artículo 13 del Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de sus datos personales y a la libre circulación de estos datos, en un lugar fácilmente accesible de la página web corporativa del centro donde se realice la investigación o estudio clínico, y, en su caso, en la del promotor, y notificar la existencia de esta información por medios electrónicos a los afectados. Cuando estos carezcan de medios para acceder a tal información, podrán solicitar su remisión en otro formato.

Para los tratamientos previstos en esta letra, se requerirá informe previo favorable del comité de ética de la investigación.

d) Se considera lícito el uso de datos personales seudonimizados con fines de investigación en salud y, en particular, biomédica.

El uso de datos personales seudonimizados con fines de investigación en salud pública y biomédica requerirá:

1.º Una separación técnica y funcional entre el equipo investigador y quienes realicen la seudonimización y conserven la información que posibilite la reidentificación.

2.º Que los datos seudonimizados únicamente sean accesibles al equipo de investigación cuando:

i) Exista un compromiso expreso de confidencialidad y de no realizar ninguna actividad de reidentificación.

ii) Se adopten medidas de seguridad específicas para evitar la reidentificación y el acceso de terceros no autorizados.

Podrá procederse a la reidentificación de los datos en su origen, cuando con motivo de una investigación que utilice datos seudonimizados, se aprecie la existencia de un peligro real y concreto para la seguridad o salud de una persona o grupo de personas, o una amenaza grave para sus derechos o sea necesaria para garantizar una adecuada asistencia sanitaria.

e) Cuando se traten datos personales con fines de investigación en salud, y en particular la biomédica, a los efectos del artículo 89.2 del Reglamento (UE) 2016/679, podrán excepcionarse los derechos de los afectados previstos en los artículos 15, 16, 18 y 21 del Reglamento (EU) 2016/679 cuando:

1.º Los citados derechos se ejerzan directamente ante los investigadores o centros de investigación que utilicen datos anonimizados o seudonimizados.

2.º El ejercicio de tales derechos se refiera a los resultados de la investigación.

3.º La investigación tenga por objeto un interés público esencial relacionado con la seguridad del Estado, la defensa, la seguridad pública u otros objetivos importantes de interés público general, siempre que en este último caso la excepción esté expresamente recogida por una norma con rango de Ley.

f) Cuando conforme a lo previsto por el artículo 89 del Reglamento (UE) 2016/679, se lleve a cabo un tratamiento con fines de investigación en salud pública y, en particular, biomédica se procederá a: 1.º Realizar una evaluación de impacto que determine los riesgos derivados del tratamiento en los supuestos previstos en el artículo 35 del Reglamento (UE) 2016/679 o en los

establecidos por la autoridad de control. Esta evaluación incluirá de modo específico los riesgos de reidentificación vinculados a la anonimización o seudonimización de los datos.

2.º Someter la investigación científica a las normas de calidad y, en su caso, a las directrices internacionales sobre buena práctica clínica.

3.º Adoptar, en su caso, medidas dirigidas a garantizar que los investigadores no acceden a datos de identificación de los interesados.

4.º Designar un representante legal establecido en la Unión Europea, conforme al artículo 74 del Reglamento (UE) 536/2014, si el promotor de un ensayo clínico no está establecido en la Unión Europea. Dicho representante legal podrá coincidir con el previsto en el artículo 27.1 del Reglamento (UE) 2016/679.

g) El uso de datos personales seudonimizados con fines de investigación en salud pública y, en particular, biomédica deberá ser sometido al informe previo del comité de ética de la investigación previsto en la normativa sectorial.

En defecto de la existencia del mencionado Comité, la entidad responsable de la investigación requerirá informe previo del delegado de protección de datos o, en su defecto, de un experto con los conocimientos previos en el artículo 37.5 del Reglamento (UE) 2016/679.

h) En el plazo máximo de un año desde la entrada en vigor de esta ley, los comités de ética de la investigación, en el ámbito de la salud, biomédico o del medicamento, deberán integrar entre sus miembros un delegado de protección de datos o, en su defecto, un experto con conocimientos suficientes del Reglamento (UE) 2016/679 cuando se ocupen de actividades de investigación que comporten el tratamiento de datos personales o de datos seudonimizados o anonimizados.

ANEXO VI. CARTA PARA EL COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN DEL PRINCIPADO DE ASTRURIAS.



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Departamento de Medicina
Área de Medicina Preventiva y Salud Pública

Comité de Ética de la Investigación del Principado de Asturias

Gijón, 1 de junio de 2022.

Estimados señores:

Les adjunto el resumen del proyecto de investigación titulado: "Eficacia de la punción seca más el tratamiento convencional en tratamiento postquirúrgico de reconstrucción del ligamento cruzado anterior frente a tratamiento convencional en jugadores de fútbol: proyecto de investigación", por si fuera susceptible de informe por ese Comité.

Atentamente:

Juan Martínez Solís

Iván Díaz Pallarés

Grado de Fisioterapia

Universidad de Oviedo

Departamento de especialidades Médico-Quirúrgicas

Área de Fisioterapia

2ª planta – Facultad de Medicina

Telf: 985 10 35 45

Avda. Julián Clavería, s/n.

(33006-Oviedo)

ANEXO VII. CARTA DE PRESENTACIÓN Y SOLICITUD DE COLABORACION PARA LA RFFPA

Gijón, 1 de junio de 2022.

Señores/as:

Real Federación de Fútbol del Principado de Asturias.

Asunto: **Solicitud de colaboración para proyecto de Investigación.**

Mi nombre es Juan Martínez, es un honor dirigirme a ustedes para saludarles cordialmente e informarles de que estoy desarrollando un proyecto de investigación relacionado con “Eficacia de la punción seca más el tratamiento convencional en tratamiento postquirúrgico de reconstrucción del ligamento cruzado anterior frente a tratamiento convencional en jugadores de fútbol: proyecto de investigación”.

Considero que la lesión de ligamento cruzado anterior en el mundo del fútbol es una lesión frecuente con gran impacto en la vida y trayectoria deportiva de los jugadores que la sufren, y por tanto me parece interesante buscar nuevas técnicas fisioterápicas como es la punción seca, para ver si tiene un impacto positivo en la recuperación y vuelta al deporte de los deportistas.

Finalidad de la línea de trabajo propuesta:

Pedimos su colaboración en la investigación que estamos realizando para conocer la diferencia a resultados en cuanto a dolor, rango articular y fuerza, en la rehabilitación tras reconstrucción de LCA en jugadores de fútbol.

Las variables sometidas a estudio serán: Dolor, cuantificada a través de una escala visual analógica (EVA) y una escala de Walco-Howite. Rango articular, cuantificada a través de un goniómetro articular. Y por último, la fuerza, haciendo uso de un dinamómetro digital.

Mediante este estudio, se busca:

- Observar y analizar las diferencias entre ambos tratamientos.
- Observar y analizar la evolución del dolor, rango articular y fuerza del grupo intervención.
- Comprobar si existe correlación entre variables independientes, como el sexo, en la evolución y el desarrollo del proyecto.
- Estudiar si la evolución favorable o desfavorable del grupo intervención se mantiene a medio/largo plazo.
- Comparar el estado dentro del proceso de recuperación fisioterápica al que llegan los pacientes a la última sesión del proyecto los sujetos de los diferentes grupos.

Algunas consideraciones sobre su participación:

Se solicitará la participación de los médicos y fisioterapeutas contratados por ustedes para el desarrollo de la misma. Además, el proyecto se realizaría en las instalaciones habilitadas para el desarrollo de tratamientos fisioterápicos de la federación.

Los pacientes, que serán un total de 56 sujetos con diagnóstico único y exclusivo de rotura total del ligamento cruzado anterior, acudirían a las instalaciones de la sede de la RFFPA 3 días a la semana, lunes, miércoles y viernes, durante 12 semanas. Como investigadores respetaremos y cumpliremos con la normativa aplicable al proyecto de investigación, incluyendo la LO 15/1999, de 13 de Diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal y el RD 1720/2007, de 21 de Diciembre, por el que se aprueba el reglamento de desarrollo de la LO 15/1999. Se adoptarán las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los datos y la documentación no será empleada para otros fines distintos a los perseguidos.

Nadie se beneficiará económicamente de este estudio pero su participación es importante porque contribuirá a la investigación sobre la implementación de nuevas técnicas en la rehabilitación multidisciplinar tras la rotura de LCA.

Por otro lado, las pruebas que se llevarán a cabo en este estudio carecen de riesgos, las escalas y la sala donde se cumplimentarán son seguras y carecen de cualquier tipo de exposición a un daño o peligro. Las técnicas invasivas, serán realizadas por profesionales debidamente acreditados para su desempeño sin riesgo. En el caso de que los fisioterapeutas contratados por la federación no estuvieran formados en punción seca, se les ofrecerá un curso intensivo de la técnica financiado por la investigación.

Agradezco personalmente de antemano la atención a la presente y respuesta favorable, les saluda atentamente:

Juan Martínez Solís